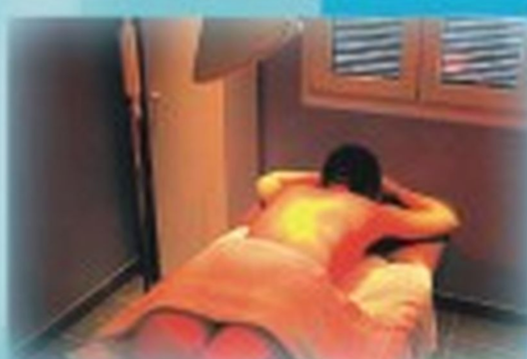
Colección de Rehabilitación

Agentes Físicos

Dr. Ariel Capote Cabrera
Dra. Yamilé Margarita López Pérez
Dra. Tania Bravo Acosta

booksmedicos.org



Editorial Ciencias Médicas

Agentes Físicos

AUTORES

Dr. Ariel Capote Cabrera
Especialista de I Grado en Medicina Física y Rehabilitación.
Profesor instructor de la Facultad de Tecnología de la Salud.
Jefe del Departamento de Medicina Física y Rehabilitación de la Universidad de Ciencias Informáticas. UCI.

Dra. Yamilé Margarita López Pérez
Especialista de II Grado de Medicina Física y Rehabilitación.
Profesora Asistente de la Facultad de Tecnología de la Salud.
Jefa del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Instituto de Neurología y Neurocirugía.

Dra. Tania Bravo Acosta
Miembro del Grupo Nacional de Medicina Física y Rehabilitación.
Especialista de II Grado de Medicina Física y Rehabilitación.
Profesora Asistente del Instituto Superior de Ciencias Médicas de la Habana. ISCM-H.
Profesora Auxiliar del Instituto Superior de Cultura Física de La Habana.
Departamento de Medicina Física y Rehabilitación del Centro de Investigaciones Clínicas.

Agentes Físicos

Dr. Ariel Capote Cabrera
Dra. Yamilé Margarita López Pérez
Dra. Tania Bravo Acosta

booksmedicos.org

La Habana, 2009

Capote Cabrera, Ariel et al.
Agentes físicos / Ariel Cabrera Capote, Yamilé Margarita López Pérez, Tania Bravo Acosta. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2009.
[x], 325 p. : il., tab.

Bibliografía al final de la obra.

HIPERTERMIA INDUCIDA, HIDROTERAPIA, BALNEOLOGŸA, HIDROTERAPIA, TALASOTERAPIA, FOTOTERAPIA, TERAPIA PUVA, TERAPIA POR ESTIMULACI›N ELÉCTRICA

WB 460

Edición: Lic. Daisy Bello lvarez
Diseño interior y cubierta: Yisleidy Real Llufrío
Corrección: Marina Castillo Duque
Composición: Xiomara Segura Suárez

© Ariel Capote Cabrera, Yamilé M. López Pérez y Tania Bravo Acosta, 2008
© Sobre la presente edición:
Editorial Ciencias Médicas, 2009

ISBN 978-959-212-371-7

Editorial Ciencias Médicas
Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas
Calle 23 entre N y O. El Vedado, Edificio Soto
Ciudad de La Habana, 10400, Cuba
Correo Electrónico: ecimed@infomed.sld.cu
Teléfonos: 838 3375 y 832 5338

CONTENIDO

CAPÍTULO 1
GENERALIDADES / 1
Conceptos /3
Clasificación de los agentes físicos /5
Agentes cinéticos o mecánicos. Ultrasonido /6
Agentes térmicos /6
Uso de los agentes físicos /6

CAPÍTULO 2
TERMOTERAPIA / 9
Generalidades /11
Calor específico /12
Transferencia térmica /12
Criterios fundamentales para la elección de un agente termoterápico /15
Métodos conductivos /18
Bolsas calientes (Hot-Packs de agua química) /18
Método de aplicación /19
Tiempo de tratamiento /19
Indicaciones /19
Contraindicaciones /19
Almohadillas eléctricas /19
Baños de parafina /20
Parafangos /24
Métodos convectivos /26
Sauna /26
Beneficios terapéuticos de la sauna /29
Técnica de aplicación /30
Baños de vapor /36
Crioterapia (tratamiento con frío) /38
Principios biofísicos de aplicación /39
Efectos fisiológicos /40
Formas de aplicación /44
Bolsas de hielo /47

Bolsas o paquetes fríos (cold-packs) /48
Toallas o compresas frías /48
Masaje con hielo /49
Aerosoles refrigerantes /49

CAPÍTULO 3
HIDROTERAPIA / 57
Factores del agua que actúan sobre el cuerpo humano /59
Principios físicos /59
Efecto térmico de la hidroterapia /61
Efecto fisiológico de la hidroterapia: /61
Clasificación del agua según su temperatura /61
Técnicas de aplicación de la hidroterapia /62
Contraindicaciones /62
Características de las instalaciones hidroterápicas /63
Técnicas sin presión /63
Lavados o abluciones /63
Afusiones /65
Envolturas /66
Compresas y fomentos /67
Baños /68
Métodos con presión /74
Duchas y chorros /74
Baños de remolino /78
Terapia en piscina /81
Piscinas colectivas de movilización /82
Piscinas de marcha /88
Piscinas de natación /89

CAPÍTULO 4
AGENTES FÍSICOS NATURALES / 93
Climatología médica /95
Clasificación de los climas /96
Helioterapia /99
Efectos de las radiaciones solares /101
Consideraciones terapeúticas /103
Talasoterapia /105
Propiedades de la talasoterapia /105
Técnicas de aplicación de talasoterapia /110
Fases del tratamiento /112
Técnicas relacionadas con las prácticas enumeradas /112
Contraindicaciones /114
Peloides /114

Características principales /116
Propiedades /118
Criterios generales /119
Requisitos físico-químicos /119
Requisitos microbiológicos /120
Clasificación de los peloides /120
Características organolépticas /123
Efectos biológicos /123
Balneoterapia /128
Aguas minerales y mineromedicinales /128
Características físicas de las aguas /131
Propiedades químico-físicas de las aguas mineromedicinales /131
Propiedades químicas de las aguas mineromedicinales /132
Análisis microbacteriológicos /135
Efectos en el organismo /135
Técnicas hidrotermales /138
Fuentes y yacimientos de las aguas mineromedicinales en Cuba / 141
Agua mineral medicinal o mineromedicinal / 141
Tipos de aguas. Características físico-químicas y microbacteriológicas /141
Medidas higiénico-sanitarias /143
Entidades nosológicas que se benefician con la balneoterapia /144
Reacciones adversas /145
Características de algunos balnearios cubanos /147

CAPÍTULO 5
LUMINOTERAPIA O FOTOTERAPIA / 149
Concepto y naturaleza de la luz /151
Propiedades de la radiación electromagnética /151
Propiedades físicas de la luz en su interacción con los tejidos /152
Efectos generales de la luz /153
Aplicación médica de la luz visible /154
Producción de una radiación infrarroja /154
Radiación infrarroja (IR) /155
Biofísica /155
Efectos fisiológicos de las IR /156
Técnicas de aplicación y dosimetría /157
Radiación ultravioleta (UV) /159
Acción biológica /161
Sistemas de producción e instrumentación /165
Laser /168
Características físicas de la emisión de láser /169
Producción de radiación laser /170
Clasificación /172

Aplicaciones del láser en medicina y biología /173
Láseres de alta potencia /173
Láseres de baja potencia /175
Efectos biológicos de los láseres de baja potencia /176
Instrumentación y equipos /179
Técnicas de aplicación /182
Consideraciones respecto a la dosis /183

CAPÍTULO 6
ELECTROTERAPIA DE BAJA Y MEDIA FRECUENCIA / 189
Conceptos y elementos físicos generales sobre electricidad /192
Factores a tener en cuenta en la práctica de electroterapia /198
Efectos buscados al aplicar corrientes eléctricas con fines terapéuticos /198
Corrientes excitomotoras /202
Corriente farádica /203
Interrumpidas galvánicas /203
Corriente exponencial /204
Corriente alterna /205
Equipos de electroterapia producidos en Cuba /211
Características del equipo de electroestimulación Classico /211
Características del equipo de electroestimulación Comby /212
Electrodiagnóstico clásico o tradicional /213
Curva i/t (intensidad/tiempo) /214
Curva a/t (acomodación/tiempo) /216
Corrientes analgésicas /218
Corrientes de baja frecuencia /221
Corriente galvánica o continua /221
Corriente alterna /225
Pulso /225
Iontoforesis /230
Corriente Trabert /238
Corrientes diadinámicas /241
Tens /248
Microcorrientes /254
Corrientes bifásicas de alto voltaje (hig voltage pulsed) /256
Corrientes de media frecuencia /258
Corriente Rusa - Kotz /269
Terapia combinada /270

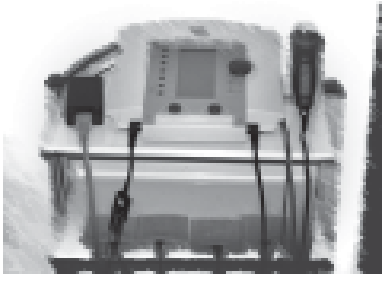
CAPÍTULO 7
ELECTROTERAPIA DE ALTA FRECUENCIA / 274
Corrientes de alta frecuencia /277
Diatermia: /277
Onda corta /278
Posición de electrodos (aplicaciones) /283
Microondas /284

CAPÍTULO 8
TERAPIA ULTRASÓNICA / 291
Ultrasonidos /293
Generación del ultrasonido /294
Propiedades del haz ultrasónico /297
Terapias combinadas /302
Sonoforesis o fonoforesis /306

CAPÍTULO 9
MAGNETOTERAPIA / 308
El campo magnético terrestre /310
Biofísica /311
Efectos biológicos /312
Unidades de magnetoterapia /316

BIBLIOGRAFÍA / 324

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES



booksmedicos.org

CONCEPTOS

Fisioterapia. El término proviene de la unión de 2 palabras griegas *fisis*, que significa naturaleza y *terapeya,*que significa tratamiento, lo que unido quiere decir tratamiento mediante los factores naturales.

La Confederación Mundial de Fisioterapia establece la siguiente definición: *la fisioterapia es el arte y la ciencia del tratamiento físico, es decir, el conjunto de técnicas que mediante la aplicación de agentes físicos curan, previenen, recuperan y readaptan a los pacientes susceptibles de recibir tratamiento físico.*

Por su parte, el Comité de Expertos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) especifica como tratamiento físico el realizado mediante la cinesiterapia, termocrioterapia, fototerapia, hidroterapia y electroterapia.

Medicina física. Comprende el empleo de todos los agentes físicos disponibles en los diferentes aspectos de la medicina (diagnóstico, terapéutico y preventivo), incluyendo el estudio de estos agentes como elementos patógenos. Esto conlleva a que resulte difícil establecer un concepto de medicina física, ya que debido al amplio campo de aplicación y a la diversidad de agentes físicos implicados puede prestarse a diferentes interpretaciones.

Holser la define como la ciencia o parte de la medicina que utiliza agentes y técnicas de naturaleza física para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades.

Krussen plantea que constituye una rama de la medicina que utiliza agentes físicos, como la luz, el calor, el agua y la electricidad, así como agentes mecánicos, en el tratamiento de las enfermedades.

De acuerdo con las ideas expresadas, puede definirse la medicina física, como un cuerpo doctrinar complejo, constituido por la agrupación de conocimientos y experiencias relativas a la naturaleza de los agentes físicos no ionizantes, a los fenómenos derivados de su interacción con el organismo y a las aplicaciones diagnósticas, terapéuticas y preventivas que derivan de sus efectos biológicos.

Los agentes físicos también pueden emplearse con intención diagnóstica, como ocurre en el caso de la electromiografía, los estudios de conducción sensitivos y motores, la electrocardiografía, la electroencefalografía, etc. Que al igual

booksmedicos.org

que las radiaciones ionizantes, en no pocas ocasiones, son imprescindibles en una especialidad médica determinada y ha terminado por incluirse en su mismo cuerpo de doctrina.

Los agentes físicos también deben considerarse como elementos con capacidad lesiva para el organismo. Son conocidos los accidentes que puede desencadenar la excesiva o inadecuada exposición al calor, al frío y a formas más específicas de energía, como la radiación ultravioleta, o los accidentes que puede originar la corriente eléctrica (electropatología).

Los riesgos potenciales deben conocerse para establecer con claridad los límites de tolerancia y las situaciones en que deba tenerse especial precaución para realizar las diferentes aplicaciones de forma adecuada.

Fisioterapeuta. Es el profesional sanitario paramédico que aplica los agentes físicos no ionizantes, bajo prescripción y control médico. El fisioterapeuta es el único profesional no médico con formación universitaria, capacitado para aplicar, en su campo de actuación, los diferentes medios y técnicas terapéuticas con agentes físicos no ionizantes.

Fisiatra. Es el médico especialista en medicina física y rehabilitación, encargado de realizar actividades de prevención, promoción, diagnóstico y las indicaciones de ejercicios y agentes físicos.

Los agentes físicos no ionizantes han ampliado cada vez más su horizonte terapéutico, que no queda entroncado únicamente con el quehacer rehabilitador, ortopédico, traumatológico o neurológico. En efecto, estos agentes y medios físicos vienen incorporándose al arsenal terapéutico de otras especialidades como: Reumatología, Cardiología, Neumología, Dermatología, Urología, Gastroenterología, Estomatología, Otorrinonaringología (ORL), etc.

La medicina física debe basarse en el conocimiento científico de los agentes físicos, para lo cual son fundamentales la física y otras ciencias relacionadas. Pero la anatomía, la fisiología y la patología son igualmente esenciales, tanto para plantear y controlar adecuadamente las diferentes aplicaciones terapéuticas, como para establecer las normas de seguridad en el manejo de los diferentes equipos y técnicas, evitando los riesgos y accidentes derivados de su empleo.

En la actualidad, la medicina física viene experimentando un auge paralelo a los progresos de la medicina en general. Los recientes avances tecnológicos, junto con cierta tendencia a reducir tratamientos farmacológicos que resultan en ocasiones abusivos y muy costosos, han abierto nuevas perspectivas para la medicina física en el ámbito terapéutico, así como en el higiénico o preven-

booksmedicos.org

tivo. Actualmente, la medicina física está orientada, tanto en un sentido profiláctico (prevención primaria) y terapéutico (prevención secundaria), como hacia la reeducación y reinserción profesional de los pacientes (prevención terciaria).

Cuba es un ejemplo representativo del amplio uso y desarrollo de la utilización de los agentes físicos en los distintos niveles de salud, pues en atención primaria cuenta con un amplio número de salas de rehabilitación equipadas con tecnología de avanzada y con personal calificado, al igual que en atención secundaria en los distintos hospitales de todo el país, además se cuenta con el Centro Nacional de Rehabilitación "Julio Díaz" y con centros de gran prestigio internacional como el CIREN y "La Pradera".

CLASIFICACIÓN DE LOS AGENTES FÍSICOS

Agentes ionizantes. Incluyen, tanto radiaciones constituidas por campos de materia, clásicamente denominadas corpusculares (protones, electrones, partículas alfa, etc.), como radiaciones conformadas por campos electromagnéticos, también denominadas no corpusculares (rayos X y radiación gamma). Su interacción con la materia produce fundamentalmente la ionización de los átomos que la componen. Estos agentes constituyen el principal interés de la física nuclear y de la radiología.

Agentes no ionizantes. Son los que se emplean en medicina física. En ellos se incluye el resto de los agentes físicos, naturales y artificiales, cuya interacción con el material biológico no produce ionizaciones atómicas, pues la energía que transmiten al medio es insuficiente para ello.

Agentes naturales

- Helioterapia.
- Climoterapia.
- Talasoterapia.
- Peloides.
- Balneoterapia.

Agentes artificiales

- Termoterapia.
- Hidroterapia.
- Luminoterapia o fototerapia.
- Electroterapia de baja y media frecuencia.

booksmedicos.org

- Electroterapia de alta frecuencia.
- Terapia ultrasónica.
- Magnetoterapia.

Agentes cinéticos o mecánicos. Ultrasonido.

Agentes térmicos

Superficiales:

- Bolsas calientes.
- Envolturas.
- Parafina.
- Aire seco.
- Vapor de agua.
- Radiación infrarroja.

Profundos:

- Corrientes de alta frecuencia.
- Ultrasonidos.

USO DE LOS AGENTES FÍSICOS

Traumatología y Ortopedia. Fracturas e intervenciones de cirugía ortopédica, sobre todo de hombro, raquis y miembros inferiores. Esguinces, politraumatizados, desgarros musculares y lesiones tendinosas. Pseudoartrosis, osteoporosis, algias vertebrales, hernia discal. Distrofias del crecimiento: escoliosis, cifosis. Espolón calcáneo, dedo en resorte. Enfermedad de Quervain. Sacroileítis.

Reumatología. Lesiones articulares degenerativas periféricas y raquídeas. Enfermedades reumáticas inflamatorias: artritis reumatoide, espondilitis anquilosante, lupus eritematoso sistémico. Espondiloartropatías, polimiositis, esclerosis sistémica progresiva. Reumatismos paraarticulares: fibromialgia y tendinitis.

Neurología. Afecciones periféricas: poliomielitis, polirradiculoneuritis, mononeuritis. Lesiones centrales: medulares, cerebrales. Esclerosis múltiple. Miopatías. Enfermedad de Parkinson.

booksmedicos.org

Neumología. Asma. Bronquitis crónica.

Cardiología. Cardiopatías compensadas. Hipertensión arterial.

Angiología. Insuficiencia venosa. Claudicación intermitente. Pie diabético. Várices. Linfedema. Enfermedad de Raynaud. ‡lceras vasculares.

Dermatología. Dermatitis. Herpes zoster. Acné. Caída del cabello. Hiperqueratosis. Queloides. Psoriasis. Verruga plantar. Hiperhidrosis.

Ginecología. Vulvitis, ulcera bulbar, mastitis, cervicitis, herpes genital.

Urología. Prostatitis, balanitis, epidedimitis, uretritis, hiperplasia prostática.

Otorrinolaringología. Disfonías. Sinusitis. Nódulos de cuerdas vocales. Síndrome vertiginoso.

Proctología. Hemorroides.

Medicina deportiva. Preparación al parto. Utilizada como relajación.

booksmedicos.org

CAPÍTULO 2: TERMOTERAPIA

booksmedicos.org

La aplicación del calor en medicina es seguramente la forma más remota de la técnica terapéutica. Como se ha visto en otros tipos de aplicaciones antiguas y primitivas, como por ejemplo la hidroterapia, son precisamente estas técnicas las que tardan más en modernizarse, ya que frecuentemente está en manos de curanderos o personal no especializado. Con la termoterapia ha pasado algo semejante, aunque no en su totalidad, ya que existe una actitud médica en relación a los conceptos básicos fisiológicos y biológicos de esta técnica.

Se sabe que la temperatura del organismo humano es una constante entre 36 y 37 °C en condiciones normales. Por otra parte, existe un control a nivel del sistema nervioso central que garantiza esta temperatura y que el factor más importante de este control es el equilibrio entre la producción y el desgaste calórico del cuerpo. El factor más importante, esencial para la producción de calor, es la combustión metabólica por medio de la oxígenación celular estrechamente vinculada con la circulación sanguínea como portadora del factor oxígeno y consecuentemente, la actividad cardiaca como motor de dicha circulación.

También es muy importante para la producción calórica la actividad muscular que puede aumentar considerablemente la temperatura corporal por un mecanismo de contracciones rápidas que se conoce bajo la denominación de escalofríos.

Existe una relación importante entre el balance calórico del cuerpo humano y las condiciones ambientales pueden repercutir favorable o desfavorablemente en el organismo, tal es así que a una temperatura inferior a 19 °C, el cuerpo pierde mucho calor contra lo que se defiende con una vasoconstricción periférica; si es superior a los 32 °C provoca evaporación gradual y se pone en marcha el proceso de la sudoración.

GENERALIDADES

Termoterapia. Aplicación del calor o el frío como agentes terapéuticos.

Calor. Es la energía total contenida en los movimientos moleculares de un determinado material.

Temperatura. Es la velocidad o energía cinética promedios del movimiento molecular de ese material.

booksmedicos.org

C**alor específico.** Es la cantidad de calor que se necesita para elevar en 1º la temperatura en una unidad de masa de una sustancia.

Termogénesis. La producción de calor propia del organismo por las funciones que realiza, ejemplo: metabolismo celular, el ejercicio.

Termólisis. Pérdida de energía térmica del cuerpo al exterior.

Calor específico

La capacidad calorífica específica o calor específico (c) es la cantidad de calor necesaria para elevar en 1º la temperatura en una unidad de masa de una sustancia.

El calor específico varía de una sustancia a otra y de una gama de temperatura a otra. El calor específico del agua es mínimo a 35 °C y aumenta proporcionalmente cuanto más se aleja de esta temperatura. A temperatura ambiente, la capacidad calorífica específica del agua es superior a la de cualquier líquido o sólido, con excepción del litio.

La capacidad calorífica específica elevada del agua implica que esta mantiene muy bien su temperatura o, lo que es lo mismo, que la pierde con gran dificultad, razones por las que se utiliza como medio efectivo de calentamiento o enfriamiento.

La unidad tradicional de calor es la caloría: el calor que debe suministrarse a 1 g de agua a 15 °C para aumentar su temperatura 1 °C. Una caloría equivale a 4,19 J.

Transferencia térmica

El ser humano se encuentra expuesto a variaciones, tanto de la temperatura ambiental como interna; al ser un organismo homeotermo, debe mantener su temperatura interna relativamente constante, cercana a los 37 ˚C.

La temperatura corporal no es uniforme. Así, la temperatura cutánea (superficial) es diferente en las distintas regiones corporales y varía entre 29 y 34 °C. A cierta profundidad de la piel, la temperatura se hace uniforme: temperatura profunda. Esta temperatura, en condiciones normales es de 37 °C aproximadamente. La temperatura rectal constituye una buena referencia. Al existir una diferencia de 5 a 10 °C entre la temperatura superficial y la profunda, se establece un gradiente de temperatura.

booksmedicos.org

La temperatura corporal depende del balance entre 2 procesos: la producción de calor por las funciones que tienen lugar en el organismo (termogénesis) y la pérdida de energía térmica del cuerpo hacia el exterior (termólisis).

El calor producido en el organismo es eliminado o transferido al ambiente por una serie de mecanismos: conducción, convección, radiación y evaporación. A continuación se comentan algunos aspectos de estos mecanismos, ya que en muchas aplicaciones termoterápicas y crioterápicas constituyen los principales mecanismos de transferencia (calentamiento) o de abstracción (enfriamiento) de energía térmica.

Por radiación se produce el 60 % de la pérdida calórica total; por conducción y convección el 15 % y por evaporación el 25 %, aproximadamente, porcentaje que varía con la temperatura ambiental.

Según su profundidad de acción se clasifican en:

- Superficiales: cuerpos sólidos, líquidos, semilíquidos y radiación infrarroja.
- Profundos: corriente de alta frecuencia y ultrasonidos.

También se pueden clasificar de acuerdo al mecanismo de cesión de energía:

- Conducción.
- Convección.
- Conversión (radiación).

Conducción. Consiste en un mecanismo de intercambio de energía interna entre áreas de diferentes temperaturas, en la que el intercambio de energía cinética de partícula a partícula se produce por colisión molecular directa y por desplazamiento de electrones libres en los metales. La energía térmica pasa de moléculas con mayor energía a moléculas con menor energía (regiones frías). La conducción es un mecanismo de intercambio de energía térmica entre 2 superficies de contacto, basado en el traslado de energía por medio del movimiento y la cohesión entre átomos en un medio material sin movimiento. Esta conducción se produce entre diferentes tejidos del cuerpo hacia otro en contacto con el primero sin desplazamiento visible de materia.

Cuando se utilizan agentes termoterápicos conductivos, deben estar en contacto con la piel y hay que procurar utilizar como medios envolventes materiales de buena conductividad térmica (Tabla 2.1).

booksmedicos.org

Convección. La convección consiste en la transferencia de calor que tiene lugar en un líquido (agua, sangre, aire); aunque en los líquidos y gases una parte de calor se transfiere por conducción, la mayor cantidad es por convección si el movimiento del líquido se produce por las diferencias de temperatura en sí mismo, el proceso se denomina convección libre o natural, cuando el movimiento se debe a un agente extraño convección forzada (aire, ventilador, agitador, etc.)

Radiación (conversión). En condiciones basales, el mecanismo termolítico de mayor importancia es el de radiación. La conducción y convección necesitan de su material (sólido, liquido o gaseoso), sin embargo se sabe que el calor también puede transmitirse por el vacío. Este proceso de transmitir el calor por el vacío se llama radiación, en este caso el transporte de calor se produce por emisión o absorción por parte del organismo de radiaciones electromagnéticas.

Tabla 2.1. Modalidad de termoterapia y agentes termoterápicos.

Clasificación	Conducción	Convección	Conversión
Superficial	Envolturas Compresas	Baños Ducha caliente	Infrarrojo Ultravioleta
	Almohadillas eléctricas Arena caliente Parafina Peloides Parafango	Sauna Baño de vapor Fluidoterapia	
Profundo			Diatermia Onda corta Microondas Ultrasonido

Efectos fisiológicos. Cuando se aplica el calor, el cuerpo humano pone en marcha una serie de respuestas fisiológicas encaminadas a mantener su constancia térmica. Estas respuestas fisiológicas son los responsables de los efectos terapéuticos que se buscan con la aplicación del calor.

- Vasodilatación (por aumento de la presión hidrostática vascular).
- Aumento del flujo sanguíneo capilar.
- Disminución de Po_2 y pH.
- Aumento Pco_2 y la osmolaridad.
- Aumenta la actividad metabólica y enzimática.
- Estimula el intercambio celular.

booksmedicos.org

Efectos terapéuticos

- Aumento de la extensibilidad del tejido conectivo.
- Disminución de la rigidez articular.
- Efectos analgésicos
- Efecto relajante muscular.
- Efectos antiespasmódicos.
- Efecto antiinflamatorio.

CRITERIOS FUNDAMENTALES PARA LA ELECCIÓN DE UN AGENTE TERMOTERÁPICO

Como en toda acción terapéutica, la realización de un correcto diagnóstico de la afección y el conocimiento del estado del paciente son premisas generales obligadas a la hora de plantear una estrategia termoterápica dentro de un programa general de tratamiento. La localización precisa de la lesión y su estado evolutivo es fundamental para la elección de la modalidad de calentamiento (Tabla 2.2).

En general, cuando se desea tener una respuesta termoterápica intensa es necesario:

1. Alcanzar la temperatura más elevada en la zona en que se encuentra localizada la lesión objetivo del tratamiento.
2. Elevar la temperatura en la zona patológica, tan cerca como sea posible al nivel máximo de tolerancia.
3. Mantener ese nivel óptimo de temperatura alcanzado, durante un período de tiempo adecuado.
4. También es deseable que la velocidad con que se produce el ascenso de temperatura sea alta.

Tabla 2.2. Métodos de termoterapia superficial.

Conducción	Convección	Radiación
Bolsas calientes(hot-packs)	Baño de agua caliente	Infrarrojos
Bolsas de agua caliente	Ducha y chorros calientes	
Almohadilla eléctrica	Hidromasaje caliente	
Envolturas y compresas seca	Sauna	
Arena caliente	Baño de vapor	
Parafina	Aire caliente	
Peloides (fango)	Fluidoterapia	
Parafango		

booksmedicos.org

Indicaciones. En procesos inflamatorios crónicos y subagudos. Ejemplo: artritis reumatoidea, bursitis, tendinitis y periartritis escapulahumeral.

En procesos dolorosos como sacrolumbalgias, dorsalgias, cervicalgias, ciatalgias, hernias discales, etc.

La eficacia de las aplicaciones de termoterapia se encuentra clínicamente documentada para combatir el espasmo muscular de defensa, en cuadros postraumáticos subagudos y crónicos y en otros procesos diversos como: distrofias simpático - refleja, enfermedad de Raynaud, enfermedad inflamatoria pélvica, etc.

Contraindicaciones y precauciones:

- Trastornos de la sensibilidad.
- Trastornos circulatorios severos.
- Trastornos hemorrágicos.
- Neoplasias malignas.
- Embarazadas.
- Estados febriles.

Existen contraindicaciones generales para cualquier aplicación termoterápica y específicas para cada modalidad. En este apartado se consideran las precauciones y contraindicaciones generales de las aplicaciones de calor al organismo.

Previamente a la aplicación, debe evaluarse la sensibilidad térmica y dolorosa de la zona, así como el estado circulatorio del paciente, ya que el calor se encuentra generalmente contraindicado o debe ser empleado con especial precaución sobre áreas anestesiadas o en un paciente obnubilado.

En la mayoría de las aplicaciones la dosimetría no es exacta, y debe contarse con el paciente que percibe las molestias o dolor cuando el umbral de calentamiento se ha superado.

El calentamiento de tejidos con un inadecuado riego sanguíneo se encuentra contraindicado, dado que la elevación de la temperatura aumenta las demandas metabólicas sin adaptaciones vasculares asociadas, con el riesgo de producción de una necrosis isquémica. Las alteraciones circulatorias, especialmente arteriales, pueden conducir a una disminución en el mecanismo convectivo de disipación del calor suministrado, con el riesgo de quemadura de los tejidos de la zona. Los vasos alterados pueden presentar mayor contractibilidad; su respuesta frente a un estímulo térmico intenso es esencialmente espasmódica.

booksmedicos.org

El calor no debe aplicarse en pacientes con diátesis hemorrágicas, ya que se facilita la hemorragia al incrementarse el flujo sanguíneo. Es el caso de procesos como la hemofilia, traumatismos agudos y pacientes con fragilidad capilar por tratamiento esteroideo de larga duración.

Excepto en los tratamientos especiales (hipertermia anticancerosa), la termoterapia se encuentra contraindicada en zonas donde se halla localizada una neoplasia maligna, ya que temperaturas subterapéuticas, como las utilizadas en fisioterapia, pueden aumentar la tasa de crecimiento del tumor. Existen muchos estudios en los que se demuestra que las aplicaciones termoterápicas pueden favorecer la aparición de metástasis.

Estudios en animales de experimentación han demostrado alteraciones estructurales y funcionales en las gónadas, producidas por microondas y ultrasonidos. Aunque los testículos y ovarios son sensibles a las elevaciones de la temperatura, debido a su localización superficial, los testículos deben ser protegidos o excluidos de la zona de aplicación para evitar cualquier tipo de daño.

La termoterapia intensa debe evitarse sobre abdomen y regiones pélvicas en mujeres embarazadas. Estudios en animales de experimentación han puesto de manifiesto que la elevación de la temperatura sobre el feto mediante ultrasonidos puede causar anomalías, como bajo peso al nacer, disminución del tamaño cerebral (microcefalia) y deformidades en las extremidades. Estudios sobre el efecto de la onda corta y las microondas en el desarrollo embriogénico y fetal han demostrado que estas malformaciones aparecen en fetos de ratas expuestos a frecuencia de 27,12 Mhz, y que la alteración del crecimiento y el desarrollo se produce en embriones de pollo expuestos a microondas de 2,450 Mhz. Sin embargo, estos efectos no se han documentado en seres humanos.

Los estudios apuntan la posibilidad de producción de anomalías fetales similares a las descritas con diatermia, durante el primer trimestre del embarazo, si la temperatura corporal se eleva por encima de los 38,9 °C, independientemente de la causa que la produjera.

Se ha observado que la exposición de áreas *epifisarias*, en animales de experimentación, a ultrasonidos con intensidades superiores a 3 w/cm^2, aplicados mediante técnica estacionaria, puede producir desmineralización ósea, alteraciones en las placas epifisarias y retraso en el crecimiento óseo. Sin embargo, en seres humanos este tipo de aplicación no es de empleo clínico, pues conlleva un calentamiento muy intenso y doloroso. De todos modos, es recomendable evitar un calentamiento importante sobre estas zonas.

booksmedicos.org

Por último, hay que insistir en que una mala indicación, selección de modalidad termoterápica o incorrecta aplicación, deben considerarse como situaciones realmente peligrosas, que pueden desencadenar reacciones adversas, a veces lamentables.

Métodos conductivos

Bolsas calientes (Hot-Packs de agua química)

El principal mecanismo de trasferencia térmica es la conducción aunque también existe algo de transferencia mediante convección y emisión de radiación infrarroja.

Existen diversos tipos de bolsas comercializadas. Se pueden distinguir:

- La bolsa de agua caliente: es una modalidad de termoterapia muy útil para el uso doméstico. Se llena de agua caliente a 48 °C, y produce una transferencia térmica al paciente; cuando se utilizan temperaturas superiores se corre el riesgo de producir quemaduras.
- Hot-packs o bolsas calientes: consisten en una bolsa de algodón rellena de bentonita (o cualquier otra sustancia con propiedades hidrófilas) y sustancias volcánicas minerales.
- Hot-old-packs o bolsa de hidiocoloide de forro plástico transparente, cuyo interior se encuentra relleno de una sustancia gelatinosa, que puede utilizarse tanto para termoterapia como para crioterapia. Estas bolsas se encuentran disponibles en diferentes formas o tamaño y contorno de la superficie donde se han de usar.

Las bolsas se calientan en baños o calentadores controlados con termostato a una temperatura de 71-79 °C y la temperatura de utilización recomendada es entre 70 y 76 °C.

En los hot-packs el material hidrófilo absorbe y mantiene el agua caliente, que se expande dentro de la bolsa. En las bolsas de hidrocoloides el calentamiento del gel se produce por transferencia térmica prolongada, no constituye una fuente constante de calor, ya que la temperatura desciende tan pronto es retirada del agua.

Existen bolsas que se pueden calentar, tanto en agua caliente como en hornos microondas. En último caso el calor absorbido se transfiere por conducción en forma de calor seco, suele afirmarse que el calor seco, como el producido por la reacción infrarroja, eleva la temperatura superficial en mayor cuantía

booksmedicos.org

que el calor húmedo de una bolsa caliente, aunque en este último caso se produzca una penetración ligeramente superior.

Método de aplicación

- Las bolsas se extraen del baño con pinzas.
- Se envuelven en toallas normales o de doble almohadilla, que reducen la transferencia térmica a la superficie cutánea.
- Las bolsas deben cubrir la totalidad de la zona a tratar y deben quedar bien fijas.

Tiempo de tratamiento

- El tratamiento durará de 15 - 20 min.
- Diarios o en días alternos.

Indicaciones

- Antiespasmódicos.
- Analgésicos.

Ejemplo: enfermedades reumáticas, bursitis, tendinitis, procesos osteoartrósicos degenerativos, sinovitis, fibromialgias, sacrolumbalgias, cervicalgias.

Contraindicaciones

- Estados febriles.
- Sepsis generalizadas.
- Tuberculosis.
- Trastornos de la sensibilidad.
- Trastornos circulatorios.
- Lesiones en piel.

Almohadillas eléctricas

Están constituidas por una resistencia en el interior de la almohadilla, suelen disponer de un interruptor, reóstato con varios niveles de calentamiento, y deben reunir todas las normas de seguridad eléctrica.

Al mantenerse la temperatura constante, se corre mayor riesgo de producción de quemaduras, sobre todo, si el paciente yace sobre la almohadilla o se duerme con ella. El peso del cuerpo produce una reducción del flujo sanguí-

booksmedicos.org

neo de la piel en contacto con la almohadilla, que se acentúa con la relajación muscular producida cuando el paciente queda dormido, lo que hace que la temperatura cutánea se eleve mucho. Si a esto se añade el efecto analgésico que produce el calor, se corre el riesgo de que se produzcan graves quemaduras.

Se han comercializado almohadillas especiales diseñadas de forma que se adapten a la zona corporal mediante velcro y cintas; la potencia oscila entre los 10 y los 50 W, según el tipo de almohadilla.

Indicaciones. Los métodos anteriores son útiles como agentes antiespasmódicos y analgésicos, ya que consiguen disminuir significativa, aunque temporalmente, el espasmo muscular defensivo secundario a una afección articular o esquelética subyacente o a una irritación de la raíz nerviosa.

Por esto, su indicación más frecuente es el espasmo muscular y/o dolor en la región cervical y dorsolumbar. La relajación muscular se asocia con una disminución de la resistencia al estiramiento pasivo, por lo que su empleo suele preceder a la realización de estiramientos musculotendinosos u otras formas de cinesiterapia y masoterapia.

Existen estudios en los que se han comprobado que los medios conductivos aplicados sobre zonas hipersensibles o puntos gatillo, en el síndrome de fibromialgia, resultan beneficiosos para disminuir el dolor en los puntos más sensibles. Para que el tratamiento sea efectivo, el paciente debe encontrarse en una posición cómoda y la musculatura espasmódica no debe situarse en una posición de estiramiento hasta que no se haya obtenido el efecto antálgico, pues de lo contrario, un estiramiento doloroso perpetuaría el espasmo. En estados tensionales, con aumento de la tonicidad muscular, se obtiene un efecto relajante y analgésico, junto con la aplicación de un masaje sedante profundo.

La aplicación de bolsas calientes en el abdomen puede reducir molestias abdominales de origen gastrointestinal, por la disminución de la peristalsis y del flujo sanguíneo de la mucosa gástrica, que conlleva una disminución de la acidez gástrica. También son beneficiosas en la dismenorrea primaria, por su acción relajante de la musculatura lisa.

Baños de parafina

La parafina es una mezcla de alcanos que se encuentra en la naturaleza (ozoquerita) y en los residuos de la destilación del petróleo. La empleada en terapéutica debe ser blanca, inodora, insípida y sólida, y se suministra en forma de placas. La parafina tiene un punto de fusión medio de aproximadamente 54,5 °C. La adición de una parte de aceite mineral a 6 o 7 partes de parafina,

booksmedicos.org

reduce su punto de fusión; de este modo se mantiene líquida a temperaturas entre 42 y 52 °C.

La parafina fundida posee un elevado contenido calórico; es una fuente duradera de calor, pues tarda más tiempo en enfriarse de lo que lo hace el agua a la misma temperatura. Dado que su conductividad y calor específico son bajos, puede aplicarse directamente sobre la piel a temperaturas que no son tolerables con el agua. Para afecciones articulares crónicas de manos y pies, suele preferirse el baño de parafina a los baños de agua caliente o al hidromasaje, ya que proporciona una acción antiinflamatoria y analgésica más duradera.

El mecanismo fundamental de transferencia de calor es por conducción, aunque en el estado de cambio de fase de líquido a sólido, durante la aplicación, se produce emisión de radiación infrarroja.

La parafina se funde y mantiene en baños controlados termostáticamente (Fig. 2.1). Existen baños de pequeño tamaño, que pueden ser transportados y utilizados para uso doméstico. Los baños necesitan una continua supervisión para evitar que se contaminen. Los termostatos y temporizadores pueden fallar o dañarse, y necesitan revisarse y calibrarse de forma regular. El baño debe ser periódicamente limpiado y esterilizado, siguiendo las recomendaciones del fabricante. Las veces que se reutilice la parafina determinarán la frecuencia con la que el baño ha de limpiarse y esterilizarse, aunque se recomienda hacerlo a intervalos no superiores a 6 meses.

Fig. 2.1. Baño de parafina.

booksmedicos.org

Técnicas de aplicación. Antes del tratamiento, el segmento corporal debe limpiarse con agua y jabón, y posteriormente con alcohol, para eliminar cualquier residuo de jabón y evitar la proliferación bacteriana en el fondo del baño. La parafina se aplica fundamentalmente en manos y pies, de 3 formas: inmersiones repetidas, inmersión mantenida y pincelaciones.

El método de inmersión repetida: es el más utilizado y consiste en la introducción cuidadosa de la mano o el pie durante varios segundos en el baño; posteriormente se retira, para que se forme una delgada capa de parafina, ligeramente endurecida y adherente, sobre la piel (Fig. 2.2).

La operación se repite de 8 a 12 veces hasta que se forma una gruesa capa de parafina sólida. A continuación, la zona se envuelve en una bolsa de plástico y se cubre con varias toallas para facilitar la retención del calor.

Fig. 2.2. Método de inmersión

La zona corporal debe quedar despojada de cualquier tipo de objeto metálico y se debe procurar que no se mueva la zona introducida en el baño para evitar la aparición de puntos calientes . Si se moviliza la parte introducida en la parafina fundida, se corre el riesgo de interrumpir la barrera de parafina semisólida, con lo que el paciente sentirá una sensación de quemadura. La mano se debe sumergir con los dedos lo más extendidos y separados posibles.

El paciente debe situarse en una posición cómoda, con la zona elevada, hasta que finalice el tratamiento, para evitar la potencial aparición de edema.

La aplicación se mantiene de 15 a 20 min.

Transcurrido este tiempo, se quitan las toallas y la bolsa, y con un depresor lingual se retira la capa de parafina sólida y se arroja al baño.

Tras la aplicación, debe verificarse el estado de la piel.

Después de la aplicación, la zona se debe limpiar con agua y jabón. La limpieza se puede completar con un suave masaje con una loción hidratante o aceite mineral, para humedecer y suavizar la piel.

booksmedicos.org

Después de una aplicación de parafina, la piel queda más tersa, suave, húmeda y flexible, por lo que resulta más fácil de masajear y movilizar.

El método de inmersión mantenida o de reinmersión: es utilizado en contadas ocasiones, al ser poco tolerado por muchas personas, especialmente aquellas con predisposición a la formación de edemas o que no pueden adoptar una posición estática y cómoda durante el tiempo que dura el tratamiento.

En los casos en que existan dudas sobre la tolerancia del paciente, es preferible pincelar la zona con parafina hasta que se forme la capa sólida protectora, y luego introducirla en el baño.

Se introduce la mano o el pie 3 o 4 veces en el baño de parafina, hasta que se forma una fina película de parafina sólida.

Luego vuelve a sumergirse en el baño y se mantiene la inmersión de 20 a 30 min. Dado que la parafina solidificada sobre la piel posee una baja conductividad térmica, la conducción de calor desde la parafina fundida se reduce, lo que explica que esta aplicación pueda ser tolerada.

Presenta el inconveniente de que, durante la aplicación, la zona se encuentra dependiente, lo que puede contribuir a la aparición o aumento de edema.

La técnica de inmersión proporciona un calentamiento suave, mientras que con el método de inmersión mantenida se obtiene un calentamiento intenso sobre la piel, con un descenso importante de la temperatura en el tejido subcutáneo. Sin embargo, teniendo en cuenta la escasez de tejidos blandos que recubren las articulaciones de la mano, la muñeca, el tobillo y el pie, se produce una elevación significativa de temperatura en las pequeñas articulaciones de estas regiones

El método de pincelación: se emplea con menor frecuencia, aunque permite aplicar la parafina a temperatura más elevada. Se utiliza sobre zonas como los hombros y los codos, que no pueden ser tratadas mediante las técnicas anteriores (Fig. 2.3). Este método se basa en la aplicación de unas 10 pincelaciones rápidas sobre la zona, que posteriormente queda convenientemente envuelta.

Indicaciones. Contracturas y rigideces articulares localizadas en manos y pies. Las contracturas se producen por un acortamiento de los tejidos articulares o periarticulares, por el engrosamiento de la sinovial debido a una afec-

booksmedicos.org

ción reumática o por la tensión de los ligamentos y las cápsulas articulares a causa de una enfermedad articular degenerativa. En estos casos puede lograrse un calentamiento selectivo de las articulaciones contracturadas interfalángicas, metacarpo y metatarso-falángicas, elevando la temperatura hasta aproximadamente 43 °C.

Fig. 2.3. Método de pincelación.

A este calentamiento debe seguirle, de forma inmediata, la realización de movilizaciones de las articulaciones o estiramientos moderados, manuales o instrumentales, prolongados durante el tiempo necesario para que se produzca el enfriamiento de las articulaciones, y siempre en el límite de tolerancia al dolor. De esta forma, se puede conseguir un aumento de 5 a 10° en la movilidad de las articulaciones contracturadas con movilidad limitada.

La rigidez articular matutina o tras reposo, característica de la artritis reumatoide y de otras conectivopatías, puede ceder con la aplicación de parafina.

Su uso es muy útil para asociar a técnicas de cinesiología. En tratamientos cosméticos, se usa para disminuir por mecanismo de termolipólisis, la grasa subcutánea de áreas corporales, como abdomen, brazos, muslos, entre otras.

Parafangos

El parafango es una mezcla de parafina, fango volcánico y sales minerales, como ácido carbónico, hierro, cal y azufre. A su acción térmica puede añadirse una acción compleja, debida a la mineralización de sus componentes. Los parafangos se suministran en forma de bloques o placas que se calientan y agitan en recipientes diseñados para esto. La mezcla se realiza automáticamente, al conectarse el agitador cuando se alcanza la temperatura de fusión del parafango. Los equipos suelen disponer de un control de temperatura y de un sistema de esterilización automática.

Una vez listo, el parafango se envuelve sobre una lámina de plástico transparente y se aplica en forma de emplasto o envoltura sobre el paciente, a una temperatura aproximada de 47-52 °C, lo que permite envolver totalmente una extremidad o articulación periférica con una difusión homogénea del calor (Fig. 2.4).

booksmedicos.org

Fig. 2.4. Parafango.

Contraindicaciones de los métodos conductivos. El calentamiento superficial está contraindicado en zonas en las que existe un déficit de riego sanguíneo, ya que se encuentra impedido el mecanismo convectivo de disipación de calor, lo que aumenta el riesgo de producción de quemaduras.

Antes de efectuar cualquier aplicación, se debe examinar la sensibilidad térmica y dolorosa de la zona, dado que la percepción del paciente es la que determina el nivel de seguridad de la intensidad de calor aplicado.

Tampoco se deben tratar zonas en las que exista una tendencia al sangrado, ya que el estímulo térmico produce un aumento del flujo sanguíneo. Éste es el caso en enfermedades como la hemofilia, en estados postraumáticos o en pacientes sometidos a tratamiento esteroideo de larga duración, en los que existe una tendencia a la fragilidad capilar.

Las aplicaciones sobre zonas en las que existe un proceso neoplásico pueden aumentar la tasa de crecimiento tumoral y el riesgo de producción de metástasis.

Deben evitarse las aplicaciones sobre heridas recientes, estén o no infectadas, por el riesgo de producción de quemaduras. Hay que tener mucho cuidado en las aplicaciones sobre piel reciente e injertos, y, de igual forma, sobre lesiones cutáneas infectadas (por riesgo de exacerbación de estas), en enfermedades vasculares periféricas o en cualquier afección que altere la distribución de calor interno.

booksmedicos.org

Métodos convectivos

Entre los métodos de calentamiento por convección térmica se tratarán los baños de vapor y de aire caliente seco (sauna), ya que el resto de las diferentes modalidades hidrotermoterápicas se trata en otro capítulo.

Sauna

La sauna o baño finlandés consiste en un baño mixto de aire caliente muy seco, alternado con aplicaciones frías.

Características del local:

- Se practica en un recinto, de diferentes dimensiones, según sea de uso individual o colectivo, con paredes, techo y suelo de madera (especial) aislada y sellada herméticamente sin fugas. Los paneles se fabrican con madera especial proveniente de 2 fuentes principales, el abeto o el pino rojo de los países nórdicos, Finlandia, Canadá, esta última tiene ventajas, como son el color más claro y mayor resistencia. Esta madera se somete a un proceso especial de secado que la hace resistente al calor menor de 120 °C y a la humedad (tratamiento antihumedad).
- Las puertas no deben poseer ningún tipo de cierre fijo; deben abrirse hacia fuera por simple presión.
- El interior dispone de una serie de bancos o asientos escalonados.
- Tienen un termómetro e higrómetro, que indican la temperatura y el grado de humedad existentes.
- El calentamiento del interior de la sauna se realiza mediante estufas eléctricas, con una superficie radiante en forma de piedras artificiales.
- Junto a la estufa se dispone un cubo de madera con agua y un cazo del mismo material, para verter agua sobre las piedras.
- Debe tener un control electrónico con stop automático en un tiempo determinado y que solo permita la circulación de 24 V (para evitar la electrocución).
- No debe existir, en su fabricación, ninguna estructura metálica que pueda ponerse en contacto con el paciente o usuario de la sauna.
- La temperatura de una sauna puede oscilar entre los 80 y los 100 °C, según el saunista se siente en los bancos inferiores o superiores.
- A nivel del techo pueden alcanzarse temperaturas de 100 °C.
- El aire en el interior de la sauna debe poseer un bajo nivel de humedad relativa, generalmente menor del 25 %.
- Al encontrarse el aire muy seco, la conductividad térmica resulta entre 20 y 25 veces inferior a la del agua o vapor de agua (diferencia con el baño de vapor), lo que hace tolerables temperaturas tan elevadas.

booksmedicos.org

- Pueden establecerse, como normas adecuadas para el calentamiento de una sauna, las siguientes: a 80 °C, 10-15 % de humedad relativa del aire; a 90 °C, 5-10 % de humedad relativa, y a 100 °C, 2 % de humedad relativa.
- La sauna debe poseer un sistema de renovación de aire para garantizar la humedad máxima. Cuando se siente una sequedad importante en el ambiente, puede verterse agua procedente del cubo de madera sobre las piedras situadas en la estufa.
- Al realizar esta maniobra, no exenta de cierto carácter ritual *f*, inmediatamente se siente una importante sensación de calor, por la rápida evaporación del agua. Sin embargo, no debe abusarse de esta maniobra, ya que se elevaría en demasía la humedad relativa del interior de la sauna y se haría menos soportable (Fig.2.5).

Respuestas fisiológicas. La elevada temperatura existente en el interior de la sauna invierte el gradiente térmico entre la piel y el exterior, con lo que queda limitada la transferencia de calor corporal por convección y radiación. Por lo tanto, el aumento creciente de la temperatura cutánea se transmite a zonas más profundas, por lo que la temperatura corporal puede elevarse desde 0,5 °C hasta 1,5-2 °C.

Fig. 2.4. Sauna.

La sauna constituye un estímulo hipertérmico que produce una serie de respuestas fisiológicas. En la piel, se obtiene una notable sudación, que oscila entre 200 y 600 g, durante una estancia de 15 min. Esto conlleva una notable acción eliminadora de agua, sales, productos nitrogenados e incluso residuos tóxicos. No obstante, dada la composición del sudor, las pérdidas más importantes son de agua; se eliminan escasas sales, especialmente cloro y sodio.

Debe tenerse en cuenta que para vaporizar un gramo de agua se necesitan alrededor de 590 calorías. La piel queda más suave, extensible y fácil de masajear. También se obtiene un estímulo para la renovación de la piel y la formación del manto ácido cutáneo.

El baño de sauna produce una vasodilatación activa de los vasos de resistencia de la piel, especialmente en las zonas distales de las extremidades y en la

booksmedicos.org

región facial; esto provoca un aumento de la frecuencia cardiaca, con una tendencia a la disminución de la tensión arterial, por lo que en los individuos hipotensos ha de tenerse especial cuidado. La presión venosa, en cambio, se incrementa por la apertura de comunicaciones arteriovenosas periféricas. La producción de taquicardia se debe tener en cuenta a la hora de propiciar la toma de sauna en pacientes con insuficiencia cardíaca descompensada y cardiopatías inflamatorias.

Los estímulos fríos que siguen a la sauna producen vasoconstricción y aumento del trabajo cardíaco, por lo que pueden resultar perjudiciales en personas hipertensas, lo que obliga a que la fase de enfriamiento sea suave y progresiva.

Aunque se ha afirmado que la sauna provoca una mayor combustión de las grasas, lo cierto es que la disminución de peso se debe al líquido eliminado. A pesar de esto, la sauna puede servir de incentivo para el tratamiento de la obesidad, si actúa como coadyuvante de otras medidas dietéticas, farmacológicas, físicas, etc.

La sauna produce una acción antiinflamatoria y relajante muscular, por lo que resulta eficaz en diversas afecciones del aparato locomotor. La relajación muscular general conseguida, junto con la acción sedativa por efecto del calor sobre los receptores nerviosos de la piel, genera una relajación corporal total y una sensación de bienestar.

Al principio, puede producirse una sensación pasajera de dificultad respiratoria, a la que sigue una fase de taquipnea con aumento de la frecuencia y la amplitud respiratoria, debida en parte al efecto relajante sobre los músculos respiratorios. El efecto térmico produce una mejora en la irrigación de las vías respiratorias altas e incrementa la secreción bronquial, lo que resulta beneficioso en algunas afecciones bronquiales en las que existe una dificultad expectorante.

Aunque la copiosa sudación disminuye el filtrado renal y aumenta la reabsorción tubular, la actividad renal se estimula con las aplicaciones frías que siguen a la toma de la sauna.

El aumento de la secreción de catecolaminas y tiroxina produce un aumento general del metabolismo. En la fase de reposo, el predominio simpático-tónico da paso a una reacción parasimpático-tónica que se objetiviza por un estado de relajación y cansancio natural. Esta sensación de bienestar suele durar algunos días, aunque también se ha observado un cierto efecto euforizante tras la toma de saunas.

booksmedicos.org

Por último, en diferentes trabajos, se ha señalado que la sauna posee un efecto favorable sobre el sistema inmunológico; resulta un método adecuado para estimular la capacidad de defensa general y reaccionabilidad del organismo, lo que también se ha atribuido a una estimulación sobre el eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenales.

Beneficios terapéuticos de la sauna

Mejoría de la circulación. A medida que el corazón acelera sus latidos para llevar sangre hasta la superficie de la piel con el fin de enfriarla, la velocidad circulatoria elimina más deprisa los productos de desecho del cuerpo.

Mejoría de la respuesta del sudor. El cuerpo caliente respira para enfriarse, entrenando las glándulas sudoríferas y manteniendo funcional la respuesta del sudor para favorecer la regulación termal fuera de la sauna, especialmente durante el ejercicio y el tiempo cálido.

Eliminación de toxinas. Se sabía que en la sauna se eliminan minerales del cuerpo, pero su papel consistía en ayudar a la expulsión de toxinas desconocidas, hasta que se efectuó un análisis y la lista de plomo expulsado durante una sesión de sauna resultó impresionante. Es cierto que los minerales positivos para el organismo también se eliminan cuando se suda mucho, por lo que se debe asegurar su reemplazo con una dieta sana y no arriesgarse a perder líquidos que no sobran.

Alivio del dolor. La combinación de calor corporal, mejoría de la circulación, emisiones de endorfinas y calentamiento de las articulaciones rígidas alivia el dolor y las molestias. Un cuerpo caliente también es menos sensible al dolor.

Ayuda para el sueño. Al relajar el cuerpo y eliminar muchos de los dolores, la sauna permite dormir mejor.

Mejoría de la función cardiovascular. Los investigadores japoneses dicen que el uso de la sauna puede ayudar a las personas con fallos cardíacos congestivos, al mejorar su eficiencia de bombeo cardíaco y el flujo sanguíneo. Su investigación utilizó una sauna templada, a temperaturas de unos 60 °C .

Mejor respiración. Investigadores holandeses preocupados porque la sauna pudiera producir broncoconstricción y dificultades respiratorias, descubrieron que sucedía exactamente lo contrario. Comprobaron que los pacientes con enfermedades pulmonares obstructivas mejoraban transitoriamente sus funciones pulmonares.

booksmedicos.org

Alivio de la artritis. La sauna puede reducir los efectos de la artritis reumatoide. Investigadores rusos descubrieron que la sauna ejerce un efecto positivo sobre el sistema locomotor y el estado psicoemocional, además de aliviar el dolor.

Técnica de aplicación

- Antes de entrar en la sauna, debe tomarse una ducha de limpieza con agua templada o caliente y jabón, con lo que además se inicia la activación circulatoria superficial.
- Tras secarse, se entra en la sauna desnudo o con una toalla, sin objetos metálicos (relojes, cadenas, pulseras, etc.).
- Al principio es recomendable situarse en el banco intermedio, acostado, para evitar el paso de grandes cantidades de sangre a los vasos dilatados de las extremidades inferiores.
- Si durante la sesión se nota el ambiente demasiado seco, se vierte agua sobre las piedras de la estufa, sin abusar.
- El tiempo de permanencia recomendado es de 8 a 15 min; no deben superarse los 15 min.
- Antes de salir, es conveniente incorporarse, si estuviera tumbado, y permanecer sentado los 2 últimos minutos, para adaptarse al ortostatismo.
- Una vez en el exterior, se realiza un enfriamiento durante 2 o 3 min al aire y posteriormente se aplica un estímulo frío, normalmente una ducha fría, aunque también pueden emplearse otros métodos: baño frío, duchas y chorros, paseo al aire libre desnudo, etc.
- Luego, convenientemente envuelto, se dedica un tiempo de reposo de varios minutos antes de volver a entrar en la sauna.
- Durante las pausas pueden realizarse ejercicios de relajación y programas suaves de ejercicios de mantenimiento, estiramiento o masajes, especialmente de la musculatura hipertónica.
- En una nueva entrada se puede tomar la sauna en los bancos superiores, siguiendo las mismas recomendaciones.
- Como norma general, no es aconsejable realizar más de 3 entradas seguidas.
- Al terminar la sesión, tras la fase de enfriamiento, debe guardarse un tiempo de descanso, de media hora a una hora, con la totalidad del cuerpo envuelto en una toalla sobre una tumbona.
- Debe evitarse la realización de ejercicios físicos intensos, dado que el sistema nervioso vegetativo no se encuentra suficientemente adaptado.
- En general, es recomendable tomar la sauna una vez por semana, aunque esta frecuencia puede variar de acuerdo con condicionamientos especiales, como la existencia de una patología o estado físico determinado.

booksmedicos.org

- Lo ideal sería tomarla al mediodía, con la finalidad de adaptarse a las variaciones fisiológicas de la temperatura corporal; no conviene tomarla muy tarde ni nocturnamente, ya que el efecto sedante y favorecedor del sueño puede transformarse en insomnio.
- La sauna debe tomarse de 1 a 2 h después de la comida y ha de esperarse otra hora tras su finalización para volver a comer.
- A su término, se debe ingerir líquido, especialmente agua mineral, zumos de frutas y bebidas electrolíticas, pero nunca bebidas alcohólicas, café u otras bebidas excitantes.

Cómo tomar una sauna:

Antes de tomar una sauna:

- Es muy recomendable tomarla después de un esfuerzo, por ejemplo, tras practicar deporte, pero se aconseja descansar entre 15 y 30 min antes, para que el cuerpo pueda reaccionar sin problemas al calor.
- Si ha transcurrido mucho tiempo desde la última comida, se debe tomar un poco de pan o un dulce para que la sangre contenga glucosa.
- Por higiene, deberá ducharse a fondo con agua templada antes de entrar y secarse, ya que la piel seca suda más. Al salir hay que secarse bien, de lo contrario se retiene sudor en la piel, irritándola y provocando, en última instancia, un eczema.
- Las personas con pies fríos deben introducirlos en agua caliente durante 4-5 min antes (o después) de una sauna. Acelera la irrigación sanguínea y saca el calor hacia el exterior.

Dentro de la sauna:

- Es preferible no colocarse en el nivel inferior (solo se consigue sobrecargar el corazón) sino en el banco intermedio o superior. Túmbese o siéntese con los pies sobre el asiento para que todo el cuerpo permanezca a la misma temperatura.
- Cerciórese de que la temperatura de la sauna es adecuada (entre 80 y 90 °C) para que la piel alcance los 39-40 °C, mientras se mantiene el interior del cuerpo entre 38 y 38,5 °C.
- Lo normal es que a los 8-12 min el cuerpo sienta ya ganas de refrigerarse. Y en ese momento hay que salir, sin tomar en consideración si se ha transpirado lo suficiente o no. Las personas muy acostumbradas pueden permanecer hasta 15 min, pero se recomienda descansar después de ese período.

booksmedicos.org

- Antes de abandonar la cabina, siéntese con los pies colgando en el banco para que la circulación se adapte de nuevo a la posición vertical. Al incorporarse de forma súbita, la sangre puede acumularse y producir una especie de vértigo o síncope. Levántese pausadamente.

Después de la sauna:

- Al salir, es importante permanecer unos minutos (pocos, para no llegar a tiritar) fuera de la sauna (si se puede, al aire libre) para enfriar las vías respiratorias. Los pulmones necesitarán aire exterior.
- Después, dúchese con agua fría (si la presión sanguínea es alta, que sea templada). Dirija el chorro desde las extremidades hacia el centro del cuerpo, en la dirección del corazón, para devolverle el ritmo.
- Si todavía le queda tiempo -y ganas- un baño de inmersión en agua fría hará reaccionar a los vasos sanguíneos y aumentará la presión arterial.
- Tomar un baño de sauna significa calentarse*f* y enfriarse*f*, de forma alterna, por lo menos 2 veces. Quien acabe de iniciarse en estas cuestiones no debería repetir más que una vez el ciclo calor-frío, mientras que los más experimentados ya pueden hacer una segunda, y hasta una tercera entrada en la sauna.
- El enfriamiento adecuado después de la última visita*f* se considera fundamental para no sudar después de vestirse y ahorrarse resfriados. Descansar tumbado 30 min también evitará un enfriamiento fuerte.

Lo que no hay que hacer:

- Entrar en la sauna con hambre, con el estómago lleno (deje que transcurra como mínimo una hora desde la comida) o en estado de agotamiento. Puede sufrir un colapso.
- Durante la sesión no beba líquidos, ya que no se produciría la desintoxicación corporal. Después, tome zumos de fruta diluidos en agua o simplemente agua mineral.
- No realice ejercicios de gimnasia dentro de la cabina, ni le dé charlas a sus vecinos porque se cargan*f* la respiración y la circulación.
- No se frote el sudor. Solo conseguirá provocarse picores.
- No alargue nunca la sesión más de 15 min, ni realice más de 3 visitas*f*.
- No se duche después de la sauna con agua caliente. Tampoco debe colocarse envolturas para seguir sudando porque interfieren en el buen ritmo que se consigue con la sauna.

booksmedicos.org

Indicaciones. La sauna se encuentra indicada en afecciones reumáticas crónicas sin signos de actividad inflamatoria, por su acción analgésica y relajante muscular.

En la osteoartrosis y en otras afecciones crónicas osteoarticulares y extraarticulares que afectan a múltiples articulaciones contribuye por su acción analgésica y antiespasmódica a facilitar la movilidad y a acelerar la recuperación.

Los espasmos musculares de defensa, como los que se presentan en las hernias discales por irritación de las raíces nerviosas, son otras de las indicaciones de la sauna.

La reducción del hipertono muscular determina un mejoramiento de la movilidad articular; la sauna, junto con ejercicios suaves de estiramiento, contribuye a mantener o aumentar la movilidad articular y la elasticidad muscular.

En la fibromialgia, considerada actualmente como un síndrome de dolor psicogénico de origen central multifactorial, el estímulo térmico resulta favorable, por su acción relajante sobre los puntos miofasciales (gatillo).

Las afecciones bronquíticas y de vías aéreas superiores se benefician del uso de la sauna, pues favorece la broncodilatación por la acción térmica bronquial, aunque no debe aplicarse en cuadros de enfermedad pulmonar obstructiva crónica en los que exista una restricción respiratoria importante o una sobrecarga cardiaca derecha.

También puede resultar beneficiosa en procesos vasculares periféricos, siempre y cuando no exista un componente inflamatorio o trombótico.

En la distrofia simpática refleja en fase II, también se han obtenido buenos resultados.

En el ámbito deportivo tiene un lugar destacado, ya que el cambio de reacciones simpaticotónicas y parasimpaticotónicas produce una ejercitación del aparato cardiocirculatorio, lo que mejora su rendimiento.

En las fases de recuperación y en las jornadas de descanso tras entrenamientos o competiciones intensas, la sauna tiene efectos muy beneficiosos; se recomienda para eliminar el fenómeno de sobreentrenamiento y como tratamiento complementario en la recuperación de lesiones.

Se han destacado los buenos resultados de la sauna sobre la lipodistrofia o celulitis. Esta alteración es una verdadera entidad anatomoclínica, que va

booksmedicos.org

desde una infiltración nodular edematosa hasta una adiposidad localizada en la región subglútea e intertrocantérea. Su tratamiento debe ser multiterápico; debe incluir medidas dietéticas, farmacológicas y físicas (gimnasia médica, deportes, masaje general y de drenaje, natación, sauna, hidroterapia y electroterapia). La sauna, aunque es un baño hipertérmico, constituye una modalidad de calentamiento superficial y no posee un efecto lipolítico real: sus posibles efectos beneficiosos sobre la celulitis son consecuencia de su acción estimulante circulatoria.

Por último, la sauna constituye un excelente método de mantenimiento corporal, por su efecto tonificante y desintoxicante*f*, y de ayuda para conseguir la relajación en estados de estrés y tensionales.

Peligros. La toma de la sauna debe estar bajo indicación y supervisión médica, ya que la exposición a temperaturas elevadas puede conducir a diversos cuadros clínicos, debidos a reacciones leves o graves a estas temperaturas, por respuestas inadecuadas de los mecanismos de termorregulación.

Estas alteraciones incluyen:

- El desvanecimiento o síncope por calor, provocado por *shock* hipovolémico por la excesiva pérdida de líquido.
- El golpe de calor, que constituye una urgencia médica y está producido por el fracaso de los mecanismos termolíticos.

Contraindicaciones de la sauna o baños de vapor:

- Pacientes con edad avanzada.
- Diabetes mellitus.
- Alcoholismo crónico.
- Debilidad importante.
- Arteriosclerosis avanzada.
- Hipertensión grave.
- Insuficiencia cardiaca congestiva.
- Toma de diferentes fármacos (diuréticos, anticolinérgicos, antihistamínicos, tranquilizantes, sedantes, betabloqueantes, anfetaminas y cocaína).
- Procesos infecciosos e inflamatorios agudos.
- Los enfermos febriles.
- Insuficiencia renal y hepática graves.
- Las enfermedades coronarias y miocárdicas.

booksmedicos.org

- Los estados de hipotensión grave a lábil.
- Los enfermos neoplásicos.
- La existencia de lesiones hemorrágicas activas o con tendencia a la hemorragia.
- Los trastornos circulatorios periféricos graves.
- La existencia de accidentes vasculares cerebrales.
- El glaucoma y los procesos oculares degenerativos.
- Los epilépticos.
- Los enfermos psicóticos.
- La mujer durante la menstruación.
- Pacientes hipertiroideos y con tiroidismo grave.

En un reciente estudio realizado en Estados Unidos sobre 158 fallecimientos por hipertermia, se identificaron como factores de riesgo más importantes:

- El consumo de alcohol.
- Enfermedades cardíacas.
- Cuadros epilépticos.
- Ingesta de cocaína, sola o en combinación con alcohol.

Asimismo, hay estudios médicos que advierten que el abuso de las sesiones de sauna puede ser perjudicial para la vida sexual. Esta conclusión se fundamenta en que el calor de una sauna puede reducir drásticamente la cantidad y calidad del semen masculino, y en el caso de las mujeres, ocasionar fuertes hemorragias menstruales e incluso interrumpir la ovulación.

Otro dato muy importante arrojan estudios realizados en Estados Unidos, que demuestran que los bebés nacidos de mujeres que utilizan la sauna con frecuencia presentan el doble de probabilidades de padecer espina bífida, a consecuencia del excesivo calentamiento del útero. Por esto, se advierte que la mujer embarazada no debe acudir a saunas y quienes planeen quedarse embarazadas deberían limitar cada sesión a 15 min entre períodos de enfriamiento.

Debe evitarse tomar el sol o las aplicaciones de rayos ultravioleta inmediatamente después de tomar una sauna, ya que tras el baño o ducha se elimina el ácido urocánico que contiene el sudor, filtro natural protector frente a las radiaciones solares, que se sintetiza en el estrato córneo por medio de la vía metabólica de la histidina.

booksmedicos.org

Baños de vapor

El baño de vapor (baño romano o turco) consiste en baño total saturado de vapor de agua a una temperatura que oscila entre 38 y 45 °C. Al encontrarse el aire del baño saturado de vapor de agua, la transferencia de calor se encuentra reducida con respecto a la del agua, por lo que se pueden tolerar temperaturas de 43 a 45 °C.

Características del local:

- Los baños se practican en una habitación de diferentes formas y dimensiones, que permite de 2 a 4 personas, o en grandes espacios, con mucha mayor capacidad.
- El baño posee asientos o literas, que se pueden disponer en forma escalonada; de este modo se obtienen temperaturas diferentes en el mismo recinto, ya que, por cada metro de altura sobre el suelo, la temperatura se eleva entre 1 y 1,5 °C, aproximadamente.
- En otros casos, el baño posee varios compartimentos a temperaturas diferentes; es recomendable iniciar el baño en los de menor temperatura y seguir con los de temperatura mayor, para finalizar siguiendo un curso contrario.
- Las paredes del baño deben estar revestidas de azulejos o pintura impermeabilizada, el suelo debe ser antideslizante y la iluminación se hará con bombillas de una potencia máxima de 25 W, para evitar la probabilidad de accidentes eléctricos, dado que el vapor de agua es conductor de la electricidad.
- El vapor producido sale por unos orificios situados en el suelo o debajo de los asientos inferiores.
- Con frecuencia, se introducen en los aparatos productores de vapor diferentes esencias (eucalipto, mentol, pino, menta, etc.), para aromatizar la estancia.

Técnica de aplicación:

- Antes de entrar en el baño se debe realizar una ducha tibia de limpieza y se realiza secado del cuerpo.
- Posteriormente se introduce en él, desnudo o con una pequeña toalla alrededor de la cintura, durante períodos iniciales de 10-15 min.
- Inmediatamente después, el vapor de agua se condensa sobre la piel, por lo que, para favorecer la sudación, resulta conveniente tomar una breve ducha cada cierto tiempo.

booksmedicos.org

- Tras la primera entrada en el baño, se toma una ducha seguida de un período de descanso de unos 15 min.
- Finalizado el período de descanso, se vuelve a entrar en el baño, en el que se puede permanecer hasta 20 o 30 min.
- El baño finaliza con un masaje y una ducha, o un baño frío o tibio completo.
- Posteriormente se debe guardar reposo durante 30 min, convenientemente abrigado y en una hamaca o tumbona.

Indicaciones. Los baños de vapor poseen una acción analgésica, relajante y reductora del tono muscular importante, por la que sus indicaciones son similares a las de la sauna:

- Afecciones articulares inflamatorias y degenerativas crónicas.
- Secuelas de traumatismos osteoarticulares.
- Neuralgias.
- Lumbalgias y lumbociáticas.
- Afecciones musculares con componentes doloroso y espasmódico.
- Pieles normales o secas, ya que facilitan la limpieza general de la piel y una mejor circulación y oxigenación.
- Afecciones respiratorias, como el resfriado común y las bronquitis crónicas, al facilitar la broncodilatación y la fluidificación de las secreciones, ya que se respira un aire caliente saturado de vapor de agua, al que pueden añadirse coadyuvantes, como esencias o aditivos medicinales.

Las precauciones y contraindicaciones son similares a las descritas para la sauna.

Baños parciales de vapor. En el ámbito doméstico, son muy conocidos los denominados baños parciales. Los más utilizados son los de cabeza, piernas y pies, de medio cuerpo y de asiento. Estos baños se utilizan especialmente para procesos catarrales de vías respiratorias superiores y suelen complementarse agregando aceites esenciales de plantas, como romero, eucalipto, sándalo, pino, etc.

Otra forma de aplicar vapor de agua sobre la superficie corporal es en forma de chorros o ducha (ducha de vapor). Esto consiste en un dispositivo generador de vapor de agua caliente a presión, que es conducido por una manguera con una boca regulable. El vapor de agua se aplica sobre el cuerpo a una

booksmedicos.org

distancia inicial de alrededor de 30 cm, la cual, paulatinamente, se va reduciendo. Durante la aplicación se debe experimentar una sensación agradable de calor suave y soportable. Se suele utilizar como método relajante y antiespasmódico.

CRIOTERAPIA (TRATAMIENTO CON FRÍO)

Entre los agentes y medios físicos que forman parte de la medicina física terapéutica o fisioterapia, se encuentra la energía térmica, la cual, si bien tiene sus máximas aplicaciones en el calor, también-desde muy antiguo- ha utilizado el frío como agente terapéutico.

Puede definirse la crioterapia como el conjunto de procedimientos que utilizan el frío en la terapéutica médica; emplea muy diversos sistemas y tiene como objetivo la reducción de la temperatura del organismo, ya que esta reducción lleva consigo una serie de efectos fisiológicos beneficiosos y de gran interés en diversas patologías.

La crioterapia forma parte de las terapéuticas pasivas, es decir, de las que no requieren la participación del paciente y en las que, por ese motivo, hay que ser muy cautos en su aplicación, a fin de evitar posibles abusos y efectos secundarios.

Los sistemas de aplicación del frío como agente terapéutico han ido evolucionando a lo largo de la historia; en un principio se limitaban a la utilización del agua fría, de la nieve o del hielo. A mediados del siglo pasado se fueron descubriendo agentes refrigerantes, como el bromuro y el cloruro de etilo y el sulfuro de carbono. Hoy se dispone de sistemas de mayor eficacia en la producción de una máxima disminución de temperatura en el área que hay que tratar en un tiempo breve; son los siguientes: paquetes fríos (cold-packs), bolsas de hielo, bloques o cubos de hielo (con los que se practica masaje sobre la zona que hay que tratar), toallas o paños humedecidos e impregnados en hielo triturado, baños fríos y aerosoles refrigerantes por vaporización, etc.

El grado de enfriamiento conseguido dependerá del medio utilizado, del tiempo durante el cual se ha aplicado, de la temperatura inicial, de la técnica empleada, de la localización de la zona concreta en la que se busca el efecto terapéutico y de otros factores individuales.

booksmedicos.org

Principios biofísicos de aplicación

Los medios que se emplean en crioterapia pueden producir su efecto refrigerante por 3 fenómenos físicos bien distintos: conducción, convección y evaporación.

Cuando el medio empleado se pone en contacto directo con la zona que hay que tratar, la transferencia de energía se produce por conducción; esto sucede cuando se utilizan bolsas de hielo, cubos o bloques de hielo y toallas humedecidas y refrigeradas. En estos casos la transferencia de calor se produce por interacción directa de las moléculas del área caliente con las del área fría.

La magnitud del cambio de temperatura y las modificaciones biofísicas secundarias a este van a depender de una serie de factores, a los que se ha hecho alusión con anterioridad y entre los que se destacan:

1. La diferencia de temperatura entre el objeto frío y los tejidos. Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre el objeto aplicado y el tejido sobre el que actúa, mayores serán los cambios o resultados obtenidos.
2. El tiempo de exposición. La temperatura de la piel en contacto con el agente disminuye en un tiempo muy breve; se necesitan exposiciones más prolongadas para obtener buenos resultados en la refrigeración de tejidos más profundos (subcutáneo y músculos).
3. La conductividad térmica del área sobre la que actúa el agente refrigerante. No todos los tejidos tienen la misma capacidad para conducir o transmitir el calor; la medida de esta capacidad se conoce como conductividad térmica. Dado que la conductividad térmica está relacionada con el contenido en agua de los tejidos y que los músculos tienen un contenido en agua superior al del tejido graso, se deduce que se alcanza más fácilmente una disminución de temperatura en las regiones orgánicas recubiertas por escasa grasa subcutánea, que en aquellas en que esta es abundante.
4. El tipo de agente utilizado. En el grado de enfriamiento conseguido influye, por último, la forma de aplicación del agente; así, se consiguen mayores efectos en el mismo tiempo con bolsas de hielo que con paños fríos o con paquetes de geles congelados; esto es debido a la energía necesaria para deshacer el hielo y transformarlo en agua, antes de que se eleve su temperatura.

Las diferentes modalidades crioterápicas que utilizan el agua como medio basan su enfriamiento en el mecanismo de convección térmica, simple o forzada, que se estudia en los capítulos dedicados a la hidroterapia.

booksmedicos.org

El otro fenómeno físico, base de algunos medios crioterápicos, es la vaporización. Esta forma de transferencia de energía se produce mediante la utilización de líquidos volátiles fríos (refrigerantes), que se introducen en recipientes estancos bajo presión y que se emiten en finos aerosoles, cuando los recipientes que los contienen se invierten.

La vaporización se produce con la salida del líquido fuera del recipiente que lo contiene. El vapor frío en contacto con la piel extrae calor; así se ejerce el efecto buscado, que se observa principalmente en la piel. Son insignificantes los cambios de temperatura que se producen, tanto en músculos como en el tejido celular subcutáneo.

La extensión del área tratada y la sensibilidad individual al frío son otros factores que hay que tener en cuenta a la hora de analizar el grado de enfriamiento conseguido.

Efectos fisiológicos

Los efectos que se persiguen en medicina física con la crioterapia, básicamente son:

- Disminución de la temperatura y metabolismo tisular.
- Disminución del flujo sanguíneo.
- Disminución de la inflamación y el edema.
- Disminución del dolor y el espasmo muscular.

Como efectos fisiológicos, base de sus aplicaciones terapéuticas, es preciso referirse por su importancia a los que se producen sobre el sistema circulatorio, a los que afectan a los nervios periféricos, a los que modifican la fuerza muscular o el músculo espástico, y a aquellos que influyen sobre las reacciones fisiológicas que acompañan a los traumatismos.

Efectos sobre los vasos sanguíneos. La reacción inmediata en la aplicación de frío en el organismo es un descenso de temperatura con modificaciones circulatorias, que, en aplicaciones de corta duración, producirán una vasoconstricción de arterias y venas, máxima en el área directamente tratada.

Esta vasoconstricción se produce tanto por la acción directa del frío sobre la musculatura lisa de los vasos, como por su acción indirecta, ya que al actuar sobre las terminaciones nerviosas cutáneas da lugar a una excitación refleja de las fibras adrenérgicas; estas, al aumentar su actividad, contribuyen a la vasoconstricción.

booksmedicos.org

La vasoconstricción así producida conduce a una reducción del flujo sanguíneo en el área tratada. Como consecuencia de esto, también se reduce la extravasación del fluido dentro del intersticio.

A la reducción del flujo sanguíneo contribuirá también el aumento de la viscosidad sanguínea.

Cuando la aplicación del estímulo frío excede los 15 min, es decir, en aplicaciones prolongadas, a la vasoconstricción inmediata sucede un fenómeno cíclico de vasodilatación, seguido nuevamente de vasoconstricción. Esta respuesta o reacción al mantenimiento de la reducción de temperatura durante largo tiempo se conoce con el nombre de *hunting reaction* o respuesta oscilante, y fue descrita por Clarke y Lewis. Estos autores explicaron el incremento del flujo sanguíneo como un esfuerzo del organismo para mantener la temperatura en el nivel adecuado, a fin de prevenir el daño tisular. Afirmaron que la dilatación de los vasos que produce el incremento del flujo sanguíneo a temperaturas bajas ocurre principalmente en el músculo, y es independiente de la presión sanguínea y de otros factores. La vasodilatación está mediada por nervios somáticos y, posiblemente, se produce por medio de un reflejo axónico.

La respuesta oscilante tiene lugar también cuando la temperatura alcanzada es menor de 10 °C. Algunos investigadores piensan que, además de la activación de un mecanismo reflejo, el enfriamiento por debajo de los 10 °C puede inhibir la actividad miogénica de la musculatura lisa o reducir la sensibilidad de los vasos sanguíneos a las catecolaminas, que causa la vasodilatación.

Actualmente, la existencia de una vasodilatación por frío *f*se encuentra muy cuestionada. Existen datos, cada vez más firmes, que apuntan a que esta vasodilatación -si ocurre- solo se presenta al final de aplicaciones muy prolongadas y su efecto en el flujo sanguíneo es muy reducido.

Efectos sobre los nervios periféricos. La aplicación del frío produce una disminución del dolor en el área tratada que se puede deber, tanto a la acción directa sobre las terminaciones nerviosas sensoriales y sobre las fibras y receptores del dolor, como a factores indirectos, como la reducción de la tumefacción y del espasmo muscular que acompañan a la zona lesionada.

El frío produce una disminución de la velocidad de conducción de los nervios periféricos y una reducción o bloqueo de su actividad sináptica: de ahí su efecto analgésico. Las fibras nerviosas varían en su sensibilidad al frío según su diámetro y su grado de mielinización. Se ha demostrado que las más sensibles son las mielinizadas y de pequeño diámetro, ya que las amielínicas necesitan temperaturas más bajas para ser bloqueadas.

booksmedicos.org

También se ha demostrado que el frío actúa, en ocasiones, como contrairritante con poder antiflogístico en afecciones crónicas. Esto sucede, por ejemplo, en la artritis reumatoide, por los efectos inhibitorios del frío sobre las enzimas destructoras dentro de la articulación.

Efectos sobre la fuerza muscular. La influencia del frío en la actividad muscular se debe, por una parte, a su acción sobre el proceso contráctil y, por otra, al efecto de la temperatura sobre la transmisión neuromuscular.

Se ha comprobado experimental y clínicamente que algunos músculos son muy termodependientes, mientras que otros apenas lo son.

La función muscular parece mejorar en las horas siguientes al enfriamiento, sobre todo, cuando los estímulos fríos han sido de corta duración, lo que se achaca a la mejoría en su circulación.

Cuando la duración de la exposición al frío se alarga, puede esperarse que la temperatura del nervio disminuya. Así, se reduce la potencia muscular debido probablemente a una reducción del flujo sanguíneo.

La capacidad para sostener una contracción muscular máxima depende de la temperatura y ha resultado ser máxima a los 27 °C. Por encima de esta temperatura, el incremento del metabolismo celular provoca un comienzo de fatiga, y por debajo, intervienen también ciertos mecanismos, como es el incremento de la viscosidad, que impiden la buena realización de los ejercicios.

A pesar de ser un tema controvertido, parece existir acuerdo en que las aplicaciones de frío poco duraderas pueden ensalzar la función muscular durante un programa terapéutico y que, por tanto, la medida de la fuerza muscular deberá realizarse antes de la aplicación de frío al músculo, y no transcurridas unas horas tras su enfriamiento.

La rigidez articular (de origen mecánico) aumenta con el enfriamiento, debido al aumento en la viscosidad del líquido sinovial y de los tejidos conectivos articulares y periarticulares.

Efectos neuromusculares. La crioterapia puede reducir temporalmente la espasticidad, ya que disminuye la amplitud de los reflejos tendinosos profundos y la frecuencia del clonus, y puede mejorar la capacidad del paciente para participar en un programa de terapia.

booksmedicos.org

La disminución de la espasticidad se puede deber, en parte, a la reducción que el frío produce del dolor y, en parte, a que da lugar a una disminución en las descargas de las fibras musculares aferentes.

El frío facilita la actividad de las motoneuronas alfa y disminuye las gamma. Es una herramienta de gran utilidad en los pacientes con lesiones de las motoneuronas piramidales, aunque la base fisiológica de este efecto no esté totalmente esclarecida.

Las aplicaciones frías producen una disminución de algunos reflejos, como el patelar, mientras que a ciertos niveles de enfriamiento se produce un aumento de algunos reflejos mono y polisinápticos. Al parecer, la sensibilidad propioceptiva no se modifica con aplicaciones de breve duración.

Efectos en el síndrome postraumático. Ante un trauma agudo, se sucede una serie de reacciones fisiológicas, que aumentan el metabolismo celular y dan lugar a un incremento de la temperatura en la lesión.

Con el aumento del metabolismo celular, se produce un fenómeno de vasodilatación que aumenta consecuentemente la presión hidrostática capilar. Como respuesta a la agresión, se produce asimismo rotura de capilares y las células reaccionan segregando sustancias histamínicas, lo que en definitiva conduce a la formación, en la zona lesional, del hematoma característico; de este modo aumenta la presión local y el dolor.

Si, por otra parte, se interrumpe o enlentece el flujo sanguíneo, tiene lugar el paso de líquido seroso a la zona lesionada, lo que origina un edema.

La lesión inicial produce también dolor, por su acción directa sobre las terminaciones nerviosas. Si la lesión afecta al músculo o tejidos vecinos, se genera un espasmo por la contracción involuntaria y mantenida, subsecuente al reflejo del dolor. Se establece un círculo vicioso dolor-espasmo muscular-dolor.

El frío se puede utilizar como terapéutica en estados postraumáticos agudos, ya que actúa sobre la secuencia de reacciones fisiopatológicas expuestas.

En efecto, el frío aplicado sobre la zona traumatizada produce vasoconstricción arteriolar, lo que reduce el aflujo sanguíneo y si se aplica en el momento inicial de la lesión, puede reducir la formación del hematoma. Disminuyen, asimismo, las demandas metabólicas y la respuesta química del área afectada. El frío hace que disminuya la pérdida calórica y el metabolismo celular, con lo que decrece la liberación de agentes vasoactivos (como la histamina) y, por

booksmedicos.org

consiguiente, la permeabilidad capilar y la reacción inflamatoria local. La menor permeabilidad capilar hace que disminuya también el infiltrado de líquido seroso en la zona lesionada, lo que limita la formación de edema y disminuye la presión local, por lo que alivia el dolor.

La disminución del metabolismo celular conduce a una reducción en el riesgo de hipoxia secundaria en los tejidos sanos adyacentes a la zona lesionada. De esta forma, además de preservar la integridad de estos tejidos, se contribuye a disminuir la producción de edema.

En la práctica, los efectos sobre la hemorragia son menos evidentes, ya que, por muy precoz que se haga una aplicación, normalmente ya han transcurrido algunos minutos desde que se produjo la lesión; tiempo suficiente para que tenga lugar el proceso hemostático fisiológico.

El enfriamiento produce, asimismo, una disminución del espasmo muscular, efecto que se explica por la interacción de una serie de factores en la disminución del dolor, ya mencionada, y en la disminución de la sensibilidad de las fibras aferentes musculares excitadas.

Aunque todavía existen controversias sobre los efectos terapéuticos del frío, donde existe unanimidad es en considerar el frío como un agente terapéutico de gran utilidad en los enfermos traumatizados, sobre todo, en aplicaciones de corta duración y llevadas a cabo en fases tempranas tras la agresión, ya que disminuye los fenómenos edematosos e inflamatorios postraumáticos. Estos efectos se potencian si se unen a la aplicación del frío, el reposo, la compresión, la elevación y la estabilización de la zona lesionada.

Tanto la compresión, como la elevación del miembro o zona lesionada, contribuyen, con el frío, a disminuir la formación de edema, el dolor y el espasmo muscular. Uno de los factores más importantes para el éxito terapéutico radica en la aplicación de estas medidas lo antes posible. En este sentido, es fundamental que el frío se aplique inmediatamente después de producido el traumatismo (en los 5-10 min siguientes). La eficacia es mucho menor si el enfriamiento se realiza transcurridas de 8 a 24 h.

Formas de aplicación

Trabajos experimentales y clínicos han demostrado que puede conseguirse una disminución de la temperatura en estructuras como músculos, terminaciones nerviosas e incluso articulaciones, mediante aplicaciones sobre la superficie de la piel de agentes refrigerantes.

booksmedicos.org

Se dispone, en la actualidad, de multitud de métodos que persiguen estos objetivos. Los más utilizados son aquellos que se basan en el empleo de hielo y agua.

Excluyendo las aplicaciones hidroterápicas frías, que se tratan en otro tema, las formas más frecuentes de crioterapia en medicina física incluyen:

- Bolsas de hielo.
- Bolsas de gel (cold-packs).
- Bolsas frías químicas.
- Toallas o compresas frías.
- Criomasaje.
- Vaporizadores fríos.
- Otros métodos (máquinas enfriadoras, manguitos enfriadores, etc.).

El resultado de la utilización de cualquiera de estos métodos es una caída casi instantánea de la temperatura de la piel, acompañada de una disminución casi tan rápida de la temperatura subcutánea superficial y de una, generalmente, más lenta reducción de la temperatura muscular; esta lentitud dependerá en gran medida del espesor de la grasa subcutánea que recubre la piel y del método de enfriamiento utilizado.

El enfriamiento conseguido dependerá de:

- El agente utilizado.
- La duración de la aplicación.
- El espesor de grasa subcutánea que recubre el área que hay que tratar.
- La temperatura relativa de esta área.

La elección del método dependerá, asimismo de:

- Su disponibilidad o accesibilidad.
- La forma de la zona que hay que tratar y de su superficie.
- El tamaño de la zona.

Así, para el tratamiento de áreas pequeñas, como un tendón o un pequeño músculo abdominal, será el masaje con hielo la forma más efectiva; si se trata, sin embargo, del tratamiento de una extremidad, su inmersión en un baño frío será la mejor forma de cubrirla por completo; si lo que se pretende es el tratamiento de una articulación, bolsas de hielo o compresas húmedas y frías que se adapten a la articulación serán el método de elección.

booksmedicos.org

El frío, como todos los agentes que se utilizan en terapia, no está exento de riesgos. Por esto, para su correcta aplicación, es necesario conocer a fondo el método de aplicación del agente refrigerante que se vaya a utilizar, las sensaciones que notará el enfermo durante su aplicación, las reacciones esperadas y aquellas que pueden producirse de forma inesperada y que, por su anormalidad, obligarán en ocasiones a la interrupción del tratamiento.

A fin de evitar estas reacciones anómalas, deberá efectuarse un test de hipersensibilidad en una pequeña zona cutánea antes del comienzo del tratamiento. Uno de los métodos más simples consiste en realizar un masaje con un cubito de hielo durante 3 min. Tras la aplicación del masaje, a los 5 min aparece un eritema en la zona, que dura otros 5 min, para volver la piel a la normalidad. En caso de positividad, el eritema es reemplazado por una pápula que cubre la zona de aplicación.

Por último, y antes de tratar de forma individualizada a los diferentes métodos de crioterapia, es preciso resaltar la importancia que tiene la interpretación de los efectos producidos por esta, ya que en ocasiones pueden enmascarar síntomas padecidos por el paciente y darle una falsa sensación de seguridad que, probablemente, contribuirá a agravar el problema.

En efecto, dado que la aplicación de agentes refrigerantes va seguida, en ocasiones, de un programa de cinesiterapia, puede ocurrir que la analgesia producida por el frío enmascare el dolor provocado por el ejercicio y haga que el enfermo presente esa falsa sensación de seguridad que se mencionaba antes, sin que el problema de base se haya solucionado.

Antes de cualquier aplicación crioterápica, es necesario conocer cuáles son las etapas de sensaciones por las que pasa el paciente. Básicamente, la sucesión de sensaciones es:

1. Frío.
2. Dolor profundo.
3. Sensación de pinchazos (parestesia) y quemazón.
4. Entumecimiento.

Con algunos métodos (Ej. baños helados), al retirar la aplicación suele experimentarse una sensación de dolor pulsante, a veces con sensación de calor.

A continuación, se describen las formas de aplicación más utilizadas.

booksmedicos.org

Bolsas de hielo

Además de ser un método barato, diferentes estudios han demostrado que, con esta modalidad, se obtiene un enfriamiento de mayor intensidad y duración en tejidos profundos que el alcanzado con las bolsas de gel congelado.

Las bolsas de hielo se preparan introduciendo en una bolsa de plástico hielo machacado. El tamaño de la bolsa estará en consonancia con el de la zona de aplicación. Se disponen en contacto directo con la piel, fijándose mediante toallas, almohadillas o vendas elásticas, de forma que toda la bolsa y las zonas adyacentes queden cubiertas.

Se recomienda una duración del tratamiento mínima de 20 min. Para obtener un enfriamiento adecuado en tejidos profundos, se ha de mantener durante 30 o incluso 40 min, en zonas con abundante tejido subcutáneo o grandes masas musculares.

Para el tratamiento inmediato de lesiones agudas, la crioterapia debe acompañarse de compresión firme, no excesiva, y elevación de la zona o segmento lesionado. La bolsa de hielo se aplica cada 2-3 h. Durante los períodos en los que se retira la bolsa, se debe colocar el vendaje elástico y mantenerse la elevación. Durante el descanso nocturno, se mantiene la compresión. Esta aplicación intermitente de frío, como norma general, se realiza durante las primeras 12-24 h a partir de que se produzca el traumatismo (Fig. 2.6).

Fig. 2.6. Bolsas de hielo.

booksmedicos.org

Bolsas o paquetes fríos (cold-packs)

Existe una gran variedad de estos dispositivos, que tienen en común el hecho de ser adaptables a la zona que va a ser tratada.

Unos combinan hielo prensado con alcohol isopropílico, en porcentaje de 2 partes de hielo por una de alcohol, o una mezcla de agua y glicerina; esta mezcla va introducida en una bolsa de plástico, preferiblemente doble, para su posterior aplicación. La configuración de estas bolsas hace que sean de utilidad para aplicaciones sobre zonas irregulares, como el hombro.

Existen otros paquetes comercializados, que contienen productos de consistencia gelatinosa envueltos en vinilo, disponibles en una gran variedad de tamaños y formas, para contornear el área objeto de tratamiento. Algunos de ellos sirven tanto para crioterapia como para aplicaciones de termoterapia superficial (heat-cold-packs). Estos dispositivos se almacenan en una unidad de refrigeración especial o en un congelador a una temperatura de -5 °C, durante 2 h, como mínimo, antes de su uso. Dada su baja temperatura, será necesaria la colocación de un paño húmedo entre la piel y el dispositivo, a fin de asegurar que la temperatura de contacto permanezca cerca de los 0 °C y evitar el enfriamiento demasiado rápido de la superficie tisular. Se recomienda no realizar aplicaciones continuadas superiores a los 20 min. Estas bolsas poseen una menor capacidad refrigerante en profundidad que las bolsas de hielo.

Las bolsas de frío químico*f* producen enfriamiento mediante una reacción química endotérmica, que se activa por compresión o golpeando contra una superficie dura. Son, generalmente de un solo uso y es necesario tener en cuenta que la reacción química que se produce dentro de estos paquetes puede causar quemaduras de la piel, si se agrietan y su contenido se derrama. Por otra parte, su rendimiento térmico en profundidad es bajo.

Toallas o compresas frías

Si se introducen toallas o paños gruesos en un recipiente que contenga hielo picado y agua, se extraen y escurre fuera el exceso de humedad, se puede conseguir una forma de crioterapia que puede abarcar áreas extensas.

Si las toallas tienen rizo, se introducen en el recipiente anterior y se sacuden ligeramente, las partículas de hielo se adherirán a la toalla; esta conservará así su baja temperatura, para ser aplicada sobre la superficie articular o zona que hay que tratar. El enfriamiento alcanzado con este método será bastante superficial y, por otra parte, será necesario cambiar la toalla cada 4 o 5 min, ya que su calentamiento se produce rápidamente.

booksmedicos.org

Masaje con hielo (criomasaje)

Esta técnica, también de gran simplicidad, utiliza bloques de hielo a los que se les dan formas de fácil manipulación, como polos de helado o chupa chupa*f*, que se frotan sobre la superficie que va a ser tratada con un lento y, en ocasiones, enérgico movimiento.

Se emplea principalmente cuando las áreas en las que se prescribe crioterapia son pequeñas. Con esta técnica la temperatura alcanzada no deberá ser menor de 15 °C. Una de sus indicaciones más frecuentes es la obtención de analgesia antes de proceder a realizar un estiramiento musculotendinoso (crioestiramiento).

La aplicación se realiza mediante pases circulares o longitudinales, cubriendo la mitad de la zona a tratar. Normalmente, una vez que la piel se hace insensible al tacto fino la aplicación finaliza; generalmente este efecto se obtiene a los 7-10 min, según el tamaño de la zona.

Aunque el riesgo de efectos secundarios es mínimo en este caso, se pondrá especial atención en la duración de las fases que siguen a su aplicación: frío intenso, quemazón, dolor y analgesia. Si la piel adquiere un color blanco o azulado, se interrumpirá el tratamiento, ya que probablemente la técnica esté incorrectamente aplicada (puede estar abarcando un área excesivamente extensa) o ante una reacción de hipersensibilidad.

Los fines que, sobre todo, persigue esta técnica son la analgesia, para lo cual se aplica sobre pequeñas zonas, como tendones, músculos y puntos dolorosos, o la facilitación de la actividad muscular, en cuyo caso se aplica enérgica y brevemente sobre la piel, el dermatoma, la raíz nerviosa correspondiente o el músculo en cuestión.

Aerosoles refrigerantes

También pueden producirse enfriamientos mediante líquidos volátiles que, embotellados a presión, se emiten en forma de ráfagas finas cuando la botella se invierte. Se pulverizan directamente sobre la zona que hay que tratar. La reducción de la temperatura que produce es de corta duración y el líquido utilizado no debe ser ni tóxico, ni inflamable.

Originariamente se utilizaban los de cloruro de etilo, anestésico tópico empleado, sobre todo, para el tratamiento de los puntos gatillo musculares, pero ha sido prácticamente reemplazado por ser volátil, inflamable y presentar un peligro no despreciable de producir congelación. Actualmente, los más emplea-

booksmedicos.org

dos son los de cloro-fluoro-metano, mezcla de diclorofluormetano al 15 % y tricloromonofluormetano al 85 %. No son inflamables y presentan menor riesgo de producir congelación, al no dar lugar a un descenso tan elevado de la temperatura.

El enfriamiento por estos métodos es superficial, por lo que no resultan adecuados cuando el objetivo es enfriar tejidos profundos. Son sus indicaciones principales el tratamiento de los puntos gatillo y de los músculos contracturados, ya que intentan su estiramiento.

La aplicación se realizará siguiendo el trayecto de las fibras musculares, desde su parte proximal a la distal, cubriendo todo el músculo, en el caso en que se traten contracturas, o en los puntos gatillo, siguiendo una dirección paralela a lo largo del músculo e insistiendo sobre el punto doloroso y hacia la zona de dolor referido (Fig. 2.7).

Fig. 2.7. Aerosoles refrigerantes.

Durante la aplicación se mantiene el recipiente a 30 o 45 cm de la superficie que hay que tratar, permitiendo que el chorro incida en la piel en ángulo agudo a una velocidad aproximada de 10 cm por segundo. Normalmente solo son necesarios 3 o 4 barridos en una sola dirección. El estiramiento de la zona suele combinarse con la aplicación, y debe iniciarse conforme se inicia la pulverización.

Será necesario tener precauciones sobre los posibles fenómenos de congelación. Es preciso proteger al paciente de la posible inhalación de estos vapores, así como sus ojos, en el caso en que la aplicación se realice cerca de ellos.

booksmedicos.org

Otros métodos:

En estos métodos se incluyen diferentes medios mecánicos (máquinas enfriadoras); aunque existen varios en el mercado, básicamente consisten en un depósito que contiene agua, hielo u otro líquido refrigerante, el cual circula en el interior de unas almohadillas que se aplican sobre la zona.

Indicaciones. La aplicación del frío en las distintas afecciones se basa en los efectos fisiológicos que producen. Así, será de gran utilidad, entre otros, en:

1. Cuadros postraumáticos agudos.
2. Afecciones que cursan con espasticidad.
3. Quemaduras.
4. Afecciones que cursan con dolor y prurito.
5. Procesos inflamatorios.

Los traumatismos, ya sean músculo esqueléticos agudos como posquirúrgicos ortopédicos, se beneficiarán de la crioterapia, ya que disminuye la tumefacción, la infiltración de líquido dentro del intersticio, el hematoma, el dolor y la hipoxia secundaria en los tejidos sanos adyacentes. Junto a la compresión y elevación de la zona afectada, obtendrá, por lo general, muy buenos resultados.

La aplicación deberá realizarse tras el traumatismo, lo más precozmente posible, y su duración y el grado de enfriamiento alcanzado en profundidad serán importantes para el resultado obtenido.

Una técnica también utilizada en estos casos es la criocinesiterapia o criocinética, que combina la aplicación de frío y la realización de ejercicios musculares. En primer lugar, se aplica el frío, que al producir analgesia y reducir el espasmo muscular facilitará la realización de los ejercicios prescritos.

La criocinética, especialmente utilizada en medicina del deporte, se inicia hacia el año 1964 y su objetivo básico es obtener una relativa anestesia de la zona, de forma que se pueda comenzar la movilización precozmente y se pueda obtener un rápido retorno a una funcionalidad normal de la zona afectada.

Aunque existen diferentes protocolos, habitualmente la crioterapia se suele aplicar durante alrededor de 20 min; el entumecimiento persiste durante minutos, momento en que se vuelve a aplicar frío durante otros 5 min, hasta obtener de nuevo el grado de anestesia. Esta secuencia se suele repetir 5 veces. Los ejercicios se realizan durante los períodos de entumecimiento; son progresivos e indoloros.

booksmedicos.org

Las afecciones que cursan con espasticidad se pueden también beneficiar de la crioterapia como tratamiento adyuvante, ya que reduce temporalmente la hipertonía, por lo que permite la realización de determinados movimientos y actividades.

Es de esperar que el frío, aplicado sobre el músculo hipertónico durante 10-30 min, ejerza su efecto durante un tiempo de 60-90 min, durante el cual, ya con la espasticidad reducida, se podrán realizar con mayor facilidad los ejercicios que estén indicados,

La complejidad del mecanismo neural subyacente a la espasticidad explica, para algunos autores, que cada paciente presente una respuesta impredecible a la aplicación de agentes refrigerantes. Aunque la mayor parte de los casos de pacientes hemipléjicos que sufren hipertonía e hiperreflexia mejoran su función mediante la aplicación de frío, existen otros casos en que su espasticidad no responde y, en contadas ocasiones, incluso aumenta.

El frío aplicado tan pronto como sea posible tras producirse la agresión ha demostrado ser de utilidad en las quemaduras leves y superficiales, ya que reduce el dolor, la extensión de la zona eritematosa y las formaciones ampollosas que se suelen producir.

Estudios experimentales en animales han llevado a la conclusión de que el frío inhibe el desarrollo de las quemaduras inducidas, reduce su gravedad y disminuye el tiempo de curación. Es condición indispensable para la obtención de buenos resultados que la aplicación se realice precozmente y serán mejores aún si la quemadura es de escasa entidad.

Según se ha comentado anteriormente, el frío disminuye el umbral del dolor al actuar de forma directa sobre los receptores y fibras que lo conducen, y de forma indirecta, al reducir la tumefacción dolorosa que acompaña al trauma y producir también una reducción en los espasmos musculares y en la espasticidad.

En relación al prurito, también es eficaz y, comparado con otros agentes físicos (como el calor), ha demostrado ser de mayor utilidad. Parece ser que el frío actúa directamente en los receptores sensoriales mediatizando el prurito. Ha resultado ser eficaz en dermatitis atópica y otras afecciones en las que el prurito está presente.

Los efectos vasoconstrictores del frío -de los que se deriva la disminución de la tumefacción, así como el hecho de que las enzimas destructoras en ciertos procesos inflamatorios son más activas a altas temperaturas- hacen que el

booksmedicos.org

frío sea un agente terapéutico eficaz en los procesos inflamatorios agudos, como bursitis, artritis, tendinitis, reumatismos en brote, etc., ya que retrasa las reacciones inflamatorias en cuanto a su toxicidad y extensión, y alivia su sintomatología.

Riesgos y precauciones en su aplicación. El aumento de la resistencia vascular periférica a la que conduce la vasoconstricción causada por el frío, origina un incremento transitorio de la presión arterial, lo que es necesario tener en cuenta a la hora de programar esta terapéutica en enfermos hipertensos. Si se decidiera el tratamiento, los pacientes hipertensos deberían ser monitorizados durante su aplicación; si se apreciara una elevación de la tensión arterial, éste debería interrumpirse.

Puesto que algunas de las respuestas circulatorias son mediadas por el sistema nervioso simpático, 1os efectos terapéuticos esperados por la aplicación del frío pueden no producirse en los pacientes que presenten disfunciones vegetativas.

La evaluación de la fuerza muscular de un paciente no se deberá realizar tras la aplicación de crioterapia, ya que se podría enmascarar la realidad por los cambios temporales que esta terapéutica produce en el músculo.

- Se ha de tener en cuenta, asimismo, que la reducción de la temperatura producida por el frío puede afectar al tejido colágeno: puede incrementar su viscosidad y, por tanto, la rigidez articular.
- Puesto que el proceso de curación de las heridas se puede impedir cuando estén sometidas a bajas temperaturas, será prudente evitar durante un tiempo la aplicación de frío intenso directamente sobre las mismas.
- Hay que evitar la aplicación prolongada de frío sobre áreas en las que las formaciones nerviosas se encuentran situadas muy superficialmente. Por el posible problema neural, ya que se han descrito casos de neuropraxia o axonotmesis.
- Es preciso citar también como riesgos en crioterapia, aunque sean de infrecuente aparición, la producción de quemaduras por hielo en aplicaciones excesivas en tiempo o en temperatura conseguida o en casos que suponen una predisposición a estos peligros, como sucede en trastornos que cursan con una disminución de la sensibilidad cutánea.
- Otros riesgos, aún de más infrecuente aparición, son la necrosis grasa y los fenómenos de congelación, efectos de gran improbabilidad en la práctica habitual, cuando los métodos utilizados son los anteriormente descritos. Al menos en este último caso, son efectos que revestirían, en caso de aparición, escasa gravedad.

booksmedicos.org

- La sobrexposición al frío, al producir un importante aumento de la permeabilidad capilar puede conducir a un aumento de la viscosidad sanguínea en los capilares y a la producción de masas oclusivas en éstos.

Por último, es preciso referirse a la aversión al frío que presentan algunas personas, lo que las lleva a no tolerar este agente térmico; en estas será necesario sustituir la crioterapia por otra herramienta terapéutica.

Contraindicaciones. Además de tener en cuenta los riesgos derivados de la aplicación de frío y las precauciones necesarias en su utilización, se pueden considerar como contraindicaciones de esta terapéutica las siguientes:

- Los trastornos vasculares periféricos.
- Las afecciones que cursan con vasospasmos.
- La arteriosclerosis.
- La hipersensibilidad al frío.
- El frío no se debe aplicar en áreas cuya circulación, principalmente arterial, esté afectada, ya que los efectos de vasoconstricción por él producidos pueden agravar la situación de la zona ya deprimida nutricionalmente.
- Por razones similares, las enfermedades que cursan con vasospasmo, como es la enfermedad de Raynaud, constituyen también contraindicación absoluta de esta terapéutica.
- Las alteraciones de la luz vascular que acompañan a la arteriosclerosis pueden agravarse, asimismo, por los efectos vasoconstrictores producidos por el frío.
- Un gran capítulo de contraindicaciones está constituido por todos aquellos síndromes que cursan con hipersensibilidad al frío, entre los que se encuentran:
  - La urticaria al frío, resultante de la liberación de histamina o sustancias afines por parte de las células cebadas, lo que incrementa marcadamente la permeabilidad capilar. Se acompaña de síntomas locales (eritema, prurito, etc.) Y, en casos graves, de síntomas generales, puede llegar al choque anafiláctico y al *shock*.
  - La crioglobulinemia, resultado de la presencia de crioglobulinas en sangre, proteínas anormales que pueden precipitar a bajas temperaturas y ocasionar el bloqueo de los vasos. Puede asociarse, entre otros, a artritis reumatoide, lupus eritematoso, mieloma múltiple y leucemias.
- La intolerancia al frío, que puede aparecer en algunos tipos de alteraciones reumáticas y se puede manifestar por medio de dolor intenso, entumecimiento y alteraciones cutáneas, como enrojecimiento, cianosis y manchas.

booksmedicos.org

- Aquellas afecciones resultantes de la presencia de hemolisinas y aglutininas por el frío en sangre, que cursan con síntomas generales (malestar, escalofríos, fiebre), cutáneos (urticaria, acrocianosis, fenómeno de Raynaud) y renales (hemoglobinuria paroxística).
- Por último, se debe citar la tromboangeítis obliterante como enfermedad en la que está contraindicada la aplicación de frío, ya que el 50 % de los pacientes que la padecen presentan una sensibilidad aumentada al frío o un fenómeno de Raynaud.

booksmedicos.org

CAPÍTULO 3: HIDROTERAPIA

booksmedicos.org

Se denomina hidroterapia*f* al uso del agua con fines terapéuticos. Es decir, al empleo tópico o externo del agua como vector de acciones físicas (mecánicas o térmicas) sin considerar los posibles efectos de su absorción o de preparados medicinales los que se pueden añadir al agua.

FACTORES DEL AGUA QUE ACTÚAN SOBRE EL CUERPO HUMANO

Principios físicos

Principios mecánicos. La inmersión de un cuerpo en el agua va a estar sometido a 3 factores físicos que son el factor hidrostático, el hidrodinámico y el hidrocinético.

Factor hidrostático. Se basa en el principio de flotación definido por Arquímedes y el factor de compresión definido por Pascal. Este es el factor que hace flotar en el momento de introducción en el agua. Los cuerpos pesan menos, se pueden mover mejor, disminuye el estrés que sufren las articulaciones de carga, al tener que soportar un menor peso, y permite realizar movilizaciones pasivas, asistidas y contrarresistidas de las articulaciones que se encuentren sumergidas, lo que ayuda a la mejora de las patologías que producen limitación de movilidad.

Otra de las consecuencias de este factor es la de actuar sobre la función respiratoria, sistema circulatorio, sistema muscular y cavidades corporales, de manera que puede llegar a reducir el perímetro torácico y abdominal en unos centímetros, produciendo una disminución del consumo de oxígeno y una hipotonía muscular.

Pero todo esto dependerá siempre de la profundidad a la que se sumerja al paciente, y de su edad, peso corporal, capacidad vital y sexo.

Factor hidrodinámico. Para poder definir este factor se debe tener en cuenta la resistencia hidrodinámica. Todo cuerpo que se sumerge en agua y se mueve va a sufrir una resistencia al movimiento 900 veces mayor que la que el aire opone a ese mismo movimiento. También se debe tener en cuenta la naturaleza del medio, que va a depender de 4 factores esenciales: la fuerza de cohesión intermolecular, la tensión superficial, la viscosidad del líquido y la densidad.

booksmedicos.org

Este factor hidrodinámico indica que cuando se introduce un cuerpo en el agua y este se mueve dentro, va a sufrir una diferencia de presiones que generan unas turbulencias que dificultan su desplazamiento, ayudando a graduar las cargas de trabajo sobre segmentos corporales, que necesitan un tratamiento orientado a la potenciación de una musculatura débil.

Factor hidrocinético. Este factor va a indicar la utilización del agua con una presión determinada, por ejemplo, los chorros y duchas. Este factor va a depender de las atmósferas de presión a las que se utilice el agua, del ángulo de incidencia sobre el cuerpo, si existe algún tipo de resistencia en caso de que sea subacuático, etc.

Lo que se consigue con este factor es un masaje sobre el cuerpo que, dependiendo de la forma de aplicación, estará indicado para distintas patologías. En las circulatorias mejora el retorno venoso y/o, en casos de estrés, produce un efecto relajante.

Hay muchas más indicaciones que se incluyen dentro del factor mecánico de la hidroterapia como son la mejora de la propiocepción y el equilibrio, mejora del estado emocional y psicológico, mejora del retorno venoso, relajación muscular y reeducación respiratoria.

Principios térmicos

Están relacionados directamente con las distintas formas de propagación e intercambio de calor entre el cuerpo y la temperatura del agua. En caso de que el agua esté caliente, va a producir analgesia y aumento de la temperatura local y general, causada por una vasodilatación que, a su vez, produce una disminución del tono muscular.

Otro efecto es el sedante, siempre que la temperatura no sea muy elevada. En caso contrario va a producir insomnio y excitación. El agua caliente también va a aumentar la elasticidad disminuyendo la rigidez articular, ayuda en la curación de úlceras y heridas.

El agua fría va a producir, en principio, una vasoconstricción. Las indicaciones del agua fría son la analgesia y la relajación muscular, muy indicado en patologías como hemiplejía o esclerosis múltiple. También está indicada para procesos inflamatorios articulares como la gota, pero siempre teniendo en cuenta que debe ser bajo indicación médica.

Factor químico. Lo proporciona el añadir al agua sustancias que refuerzan las acciones terapéuticas.

booksmedicos.org

Efecto térmico de la hidroterapia

Se aplica a cualquier técnica de termoterapia o crioterapia y es un método de termoterapia superficial:

- Tiene poca penetración en los tejidos.
- Se puede combinar con ejercicios físicos.
- En él interviene la superficie de la zona expuesta.
- Tiempo de aplicación.
- Características de los tejidos y la sensibilidad individual.

Efecto fisiológico de la hidroterapia

- Se debe aplicar entre 36,5 y 40,5 ˚C.
- Analgesia.
- Aumento de la temperatura local.
- Vasodilatación hística.
- Efecto sedante.
- Antiespasmódico y relajante muscular.
- Aumenta la elasticidad del tejido conjuntivo.

CLASIFICACIÓN DEL AGUA SEGÚN SU TEMPERATURA

Existe gran diversidad de clasificaciones del agua acorde a su temperatura. Tomando el punto de neutralidad térmica como referencia se sugiere la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Clasificación del agua según su temperatura.

Clasificación	Temperatura del agua en grados (˚C)
Muy fría	1 - 10
Fría	11 - 20
Fresca	21 - 30
Tibia	31 - 33
Neutra	34 - 36
Caliente	37 - 39
Muy caliente	más de 40

booksmedicos.org

TÉCNICAS DE APLICACIÓN DE LA HIDROTERAPIA

Técnicas sin presión:
- Lavados.
- Afusiones.
- Envolturas.
- Compresas.
- Fomentos y baños.

Técnicas con presión:

- Duchas.
- Chorros.
- Baños de remolinos.
- Masaje subacuático.

Tratamiento en piscina:

- Tanques.
- Piscina (terapéuticas, de marcha, natación).

Indicaciones. Deben estar fundamentadas en el diagnóstico y en una indicación médica basada en los objetivos terapéuticos. De esta forma el uso del agua está determinado:

- Por sus efectos vasodilatadores y de aumento de flujo sanguíneo cutáneo.
- Por su efecto antiespasmódico y relajante muscular.
- Disminuir la rigidez articular.
- Como medio de calentamiento para favorecer el ejercicio.
- En el desbridamiento y tratamiento de heridas y quemaduras.
- En enfermedad articular degenerativa. Como analgésico, antiinflamatorio y reducir contracturas, lumbalgias, lumbociatalgias, sinovitis inflamatoria subagudas, epicondilitis, bursitis, tenosinovitis, etc.
- Tras traumatismo o cirugía para solución del edema.

Contraindicaciones

- Procesos infecciosos o inflamatorios agudos.
- Insuficiencia coronaria, hipertensiones no controladas.
- Insuficiencias orgánicas descompensadas, ejemplo: diabetes mellitus.
- Mal estado general en enfermos terminales. Insuficiencia circulatoria de retorno y varices (esta es relativa).
- Procesos reumáticos en fase aguda.

booksmedicos.org

CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES HIDROTERÁPICAS

Un área de hidroterapia ha de ser diseñada de acuerdo a las necesidades que deba atender. Esto quiere decir que depende de la finalidad que vaya a tener, y del tipo y número de enfermos que se vayan a tratar.

El área de hidroterapia estará mejor diseñada y utilizada si se coloca separada de las otras áreas de tratamiento del servicio de rehabilitación. No obstante, como la mayoría de los pacientes que reciben hidroterapia precisan, además, otros tratamientos físicos, es conveniente que el área de hidroterapia se sitúe cerca de las otras áreas de tratamiento.

La temperatura de las dependencias del área de hidroterapia debe ser más alta que en las otras áreas; es importante la existencia de una zona intermedia antes de entrar, para evitar desplazamientos de masas de aire. Se recomienda una temperatura ambiente de 20 a 24 °C, con una humedad relativa de 50 a 60 %.

Debe existir una zona de reposo para la relajación tras el tratamiento hidroterápico.

Debe existir una zona para aseo personal.

El área debe estar adecuadamente ventilada, para prevenir la condensación de humedad en paredes, techos y aparataje, y para eliminar los aerosoles del agua y aditivos producidos por las turbulencias del agua de tanques y piscinas.

Los materiales de las paredes y suelos han de ser antideslizantes y de fácil limpieza. La higiene es uno de los principales aspectos que hay que tener en cuenta en el mantenimiento y diseño del área de hidroterapia, para evitar contaminaciones.

Técnicas sin presión

Lavados o abluciones

Técnica de aplicación. El lavado o ablución consiste en la aplicación directa de agua sobre la superficie corporal, mediante un guante, esponja o, mejor, un paño mojado en agua y posteriormente bien escurrido.

La aplicación se realizará con agua fría o fresca, según se quiera obtener una reacción térmica más o menos intensa. El paño se mojará las veces que sea

booksmedicos.org

necesario, para evitar que se caliente en contacto con la piel. La aplicación se efectuará con el paciente de pie o en decúbito, y siempre con la mayor rapidez posible, para evitar un enfriamiento excesivo del individuo.

Los lavados pueden ser locales, regionales o generales; cada uno de estos tiene una técnica de aplicación distinta. Como norma general, se aplican de una manera centrípeta. Los lavados más usuales son:

- Lavados de la parte superior del cuerpo.
- Lavados de la parte inferior.
- Lavado total del cuerpo.

Tras el lavado, el cuerpo no se seca, sino que se arropa convenientemente y se tapa con mantas en la cama. De esta forma, al cabo de algún tiempo (15-30 min) y en condiciones normales, aparece una vasodilatación reactiva, con eliminación de calor y sensación de bienestar.

Como norma general, en todas las aplicaciones de agua fría, el cuerpo debe estar caliente antes y después de la aplicación. Esto significa que:

- Nunca se hará una aplicación fría en pacientes con escalofríos o con los pies fríos, o en habitaciones frías. En estos casos, siempre se realizarán aplicaciones calientes.
- Tras la aplicación, se abriga bien al paciente; este permanecerá en reposo el tiempo que precise para recuperar su temperatura normal o para conseguir vasodilatación reaccional.

Indicaciones. Aunque el efecto producido por los lavados y abluciones depende de la temperatura del agua, el tiempo de aplicación y la extensión de la zona tratada, en general se considera una forma moderada o suave de hidroterapia, con escasas contraindicaciones. Los lavados y abluciones tienen una ligera acción estimulante del sistema cardiocirculatorio y ejercen un suave efecto tranquilizante o sedante. Sus principales indicaciones son:

- Estimulante suave de la capacidad reactiva vascular del organismo.
- Método antipirético. Los lavados son útiles en procesos febriles. En estos casos, se utilizarán los lavados, inicialmente, con agua templada y después fría, cada 20 min o media hora, mientras dure la fiebre. Tras la aplicación, se tapará al paciente hasta que comience la vasodilatación reaccional y la sudación.
- Insomnio y estados de ansiedad.

booksmedicos.org

Afusiones

Técnica de aplicación. La afusión consiste en el vertido de un haz de agua laminar, prácticamente sin presión, sobre todo el cuerpo o sobre partes específicas.

Las afusiones se aplican con un tubo de goma, a una distancia de la superficie corporal de 10 cm, y siempre orientado hacia abajo, sobre el paciente de pie, sentado, inclinado hacia delante o acostado, según la zona que haya que tratar.

La temperatura del agua en las afusiones puede variar desde muy fría hasta muy caliente. No obstante, las afusiones más frecuentes son las frías, con temperatura inferior a 20 °C, y las de temperatura alternante (38-42 °C y 10-16 °C).

En la afusión de temperatura alterna, se efectúa primero una aplicación caliente y después otra fría. Normalmente, se cambia en 2 o 3 ocasiones, comenzando siempre por la caliente y terminando siempre con la fría. En las aplicaciones calientes, se comienza con temperatura indiferente; esta se aumenta poco a poco hasta que se alcanza el límite de tolerancia (alrededor de 45 °C), temperatura que se mantiene durante pocos minutos.

No existe una regla fija sobre la duración del tratamiento, pero, como norma general: las afusiones frías se aplican alrededor de 1 min; las afusiones alternas, 1-2 min la aplicación caliente y 20 s la fría, y las afusiones calientes, entre 3-5 min.

Una vez terminada la aplicación, se elimina con las manos el agua que queda sobre la superficie corporal, de forma que esta quede solo húmeda, y se procede, en algunas ocasiones, a practicar ejercicio físico; en otras ocasiones, la aplicación irá seguida de un masaje o frotación enérgica, que se completará con reposo en cama o tumbona, debidamente abrigado, durante 30-60 min, hasta la vasodilatación reaccional.

Las afusiones empleadas más frecuentemente son:

- Afusión de rodillas, fría o de temperatura alterna.
- Afusión de muslos, fría o de temperatura alterna.
- Afusión inferior, fría o de temperatura alterna.
- Afusión dorsal, fría o de temperatura alterna.
- Afusión completa, fría o de temperatura alterna.
- Afusión de brazos, fría o de temperatura alterna.

booksmedicos.org

- Afusión superior, fría o de temperatura alterna.
- Afusión fría de la cara.
- Afusión caliente de la nuca o lumbar.

Indicaciones. Los efectos de las afusiones son similares a los de las abluciones, pero algo más intensos, debido a que el estímulo térmico es superior, especialmente el de temperaturas alternas. Las afusiones, aparte de los efectos locales sobre la circulación cutánea, producen, mediante mecanismos reflejos, acciones generales derivadas de la aplicación de frío o calor sobre una amplia zona corporal.

Las principales indicaciones son los procesos que requieran una estimulación del sistema vascular.

Envolturas

Técnica de aplicación. Las envolturas son grandes piezas de tela en las que se envuelve el cuerpo o parte de él. Estas pueden ser secas o húmedas, calientes o frías, parciales o completas.

Una envoltura consta de los siguientes tejidos superpuestos:

1. En contacto con el cuerpo, tela de lino porosa de grano grueso, previamente humedecida.
2. A continuación, tela de lino fina y porosa.
3. Manta de lana o franela.

En todos los casos, las envolturas deben hacerse con el paciente en decúbito; la primera capa se coloca directamente sobre la piel y se ajusta bien al cuerpo, para evitar la formación de bolsas de aire. No se utilizarán tejidos impermeables.

El paciente permanece en reposo durante un tiempo variable, según el momento en que se produzca la sudación: oscila entre 30 y 120 min en las frías, y algo menos en las calientes. Al finalizar la aplicación, si el paciente todavía está sudando, se efectúa el lavado, tras el cual debe ser secado y abrigado para que guarde reposo durante 30-60 min. En algunos casos, se añade a la envoltura un preparado medicinal o hielo.

La temperatura del agua de la envoltura dependerá de los efectos buscados. Las envolturas frías (entre 10 y 20 °C) provocan respuestas termogénicas intensas por parte del organismo, debido a la aplicación del frío sobre toda la

booksmedicos.org

superficie corporal. Producen vasoconstricción y posterior escalofrío térmico, taquipnea, aumento de la frecuencia cardíaca. Transcurridos unos minutos, se produce una reacción por parte del organismo, con vasodilatación periférica. La capa de aire caliente y húmedo que se crea alrededor de todo el cuerpo, entre la piel y la envoltura, desencadena una reacción termolítica por parte del organismo, con abundante sudación, descenso de la temperatura central, relajación muscular y sedación.

Si se utiliza la envoltura fría como método antipirético, el lienzo en contacto con el cuerpo estará mojado y muy poco escurrido, para que el efecto sea persistente, y se renovará cada 15-30 min, para mantener la temperatura de la envoltura. Si lo que se pretende es conseguir una gran reacción sudoral, se envolverá el cuerpo por encima de las 3 capas de la envoltura con una tela impermeable.

Las envolturas calientes generales (entre 40 y 45 °C) producen elevación de la temperatura corporal, vasodilatación periférica, gran sudación, sedación, relajación muscular. Debido a su rápido enfriamiento, deben renovarse con frecuencia, por lo que su uso no es frecuente. Las envolturas calientes parciales sí son utilizadas con mayor frecuencia: envoltura de cuello, abdominal o lumbar, y de pantorrillas.

Indicaciones. Las principales indicaciones de las envolturas frías generales son los estados hiperpiréticos y en insomnio.

Las envolturas locales con hielo se recomiendan en contusiones, hematomas y esguinces.

Las envolturas calientes se utilizan para reducir la rigidez articular en reumatismos crónicos degenerativos o inflamatorios, y como métodos antiespasmódicos en cólicos intestinales, uterinos, biliares y de vías urinarias.

Contraindicaciones:

- Insuficiencia cardíaca.
- Mala regulación térmica.
- Arteriosclerosis.
- Insuficiencias vasculares (diabetes, microangiopatías)
- Tumores malignos.

Compresas y fomentos

Técnica de aplicación. Las compresas son aplicaciones locales de agua fría o caliente sobre determinadas zonas corporales, mediante paños o lienzos

booksmedicos.org

mojados previamente en agua sola, o con sustancias medicamentosas, en cuyo caso reciben el nombre de fomentos.

Las compresas son de algodón, franela o lino; previamente mojadas y escurridas, se doblan varias veces y se aplican directamente sobre la piel de la zona a tratar. Su forma y tamaño es variable, según la región donde vayan a aplicarse. Por encima de la compresa húmeda se coloca una toalla seca y, por último, una tercera capa de un tejido de lana, de tal forma que todo quede bien ajustado al cuerpo. Se tapará convenientemente al paciente, que deberá permanecer en decúbito.

Las compresas son de fácil aplicación y pueden colocarse en cualquier zona de la superficie corporal. Prescindiendo de su tamaño y lugar de aplicación, se diferencian según su temperatura y tiempo de aplicación: calientes y frías; cortas y largas.

Las compresas frías se preparan sumergiendo el paño en agua entre 10 y 20 °C y se aplican sobre la región que hay que tratar durante 15-60 min. La compresa, una vez se calienta, hay que renovarla y sustituirla por otra, o empaparla de nuevo en agua fría cada 10 min. El agua fría se puede sustituir por una bolsa de hielo.

Las compresas calientes se preparan sumergiéndolas en agua muy caliente (40-45 °C), se escurren ligeramente y se aplican sobre la piel. Al igual que las frías, han de cubrirse con las otras 2 capas de tejidos.

Indicaciones y contraindicaciones. Las compresas frías se utilizan como método crioterápico local, ya sea en la fase aguda de traumatismos musculoesqueléticos, para producir vasoconstricción local y reducir el edema, el dolor y la hemorragia, o en la fase subaguda, para reducir el dolor y el espasmo muscular.

Las compresas calientes se utilizan como método termoterápico superficial, por sus efectos analgésicos, antiinflamatorios, antiespasmódicos y relajantes musculares, en todos los procesos en los que la termoterapia superficial esté indicada. Las compresas abdominales se utilizan en espasmos intestinales o urinarios.

Están contraindicadas en todos los procesos en los que la termoterapia y la crioterapia estén también contraindicadas.

Baños

Técnica de aplicación. En el baño, todo el cuerpo (baño general) o parte de él (baño regional y parcial) se sumerge en el agua.

booksmedicos.org

En los *baños generales*, que pueden hacerse en bañera, tanque o piscina, el paciente se sumerge hasta el cuello. Cuando se utiliza la bañera simple, su reducido espacio condiciona el hecho de que sus acciones predominantes sean las térmicas. En la inmersión en tanques o piscinas, ambos factores -mecánicos y térmicos- actuarán sobre el organismo. En la bañera con hidromasaje, se añade al efecto térmico el derivado de la presión del agua sobre la superficie corporal. Se hará referencia, en este espacio, a los baños y se dejará para otro apartado el estudio de los tanques y las piscinas. También serán excluídos los baños de vapor y la sauna, cuyo estudio se trata dentro del capítulo de termoterapia superficial.

Los *baños regionales* más usuales son: los baños medio cuerpo, en los que el agua llega hasta la región umbilical; los baños 3 cuartos, en los que el agua alcanza la región mamilar, y los baños de asiento, mediante una bañera especial, en la que se sienta el paciente y sumerge la zona hipogástrica (ombligo, pubis), nalgas y parte de los muslos, dejando el resto del cuerpo y las extremidades fuera.

Los *baños parciales* más frecuentes son: los maniluvios (de miembros superiores) (Fig. 3.1) y los pediluvios (de miembros inferiores) (Fig. 3.2), que en medicina física se utilizan, sobre todo, con temperatura alterna. En los baños parciales, tanto de miembros superiores como de miembros inferiores, se sumergen los brazos y las manos, o las piernas y los pies en unas bañeras especiales.

Fig. 3.1. Maniluvio.

booksmedicos.org

Fig. 3.2. Pediluvio.

El baño puede utilizarse a diferentes temperaturas, según los efectos buscados. De este modo, independiente de si es total, régional o parcial, el baño puede ser: caliente (37-40 °C); muy caliente (40-45 °C); indiferente (34-36 °C); frío (15-18 °C), o de temperatura alterna (38-44 °C y 10-18 °C).

Baños calientes. Cuando se utiliza el baño como método termoterápico, la temperatura del agua oscilará entre 37 y 40 °C, si es un baño general. En los baños parciales, pueden utilizarse temperaturas muy calientes, hasta el límite de la tolerancia (45 °C).

Los baños calientes se utilizan como métodos termoterápicos superficiales: para aumentar la temperatura y el flujo sanguíneo de los tejidos; por su efecto analgésico y antiinflamatorio; por su acción antiespasmódica y relajante muscular; por su efecto sedativo; para disminuir la rigidez articular. Ya se han expuesto detalladamente los efectos de la inmersión en agua a diferentes temperaturas, por lo que será obviada esta explicación.

El tiempo de duración del baño es variable -oscila entre 5 y 20 min- y ha de adaptarse a cada caso particular, teniendo en cuenta, no solo el estímulo térmico que se quiere conseguir, sino también las condiciones médicas del paciente que se va a sumergir en el agua (estado general, tensión arterial, presencia de enfermedad cardíaca o vascular, enfermedad respiratoria, etc.). De una manera general, cuanto mayor sea la temperatura, menor será la duración del baño. Diversos estudios han establecido que mediante la hidroterapia con baños entre 37 y 39 °C, 20 min es el tiempo máximo necesario para que se produzca un calentamiento adecuado de los tejidos.

booksmedicos.org

Los baños muy calientes, para evitar la vasoconstricción inicial y la elevación de la tensión arterial, es conveniente iniciarlos a 37 °C e ir aumentando la temperatura progresivamente, del orden de 1 °C cada minuto, hasta llegar a la temperatura escogida (40-45 °C), que se mantendrá durante pocos minutos.

Tras un baño caliente, se secará al paciente; este descansará en un lugar tranquilo durante un tiempo variable, que será de más o menos 1 h, necesario para que cese la sudación y la vasodilatación periférica. Si existe insuficiencia venosa, se recomienda, tras el baño caliente y previamente al secado y reposo, la aplicación de una afusión fría de corta duración en extremidades inferiores.

Baños fríos. La temperatura del agua oscila entre 10-18 °C, aunque, si la persona es especialmente sensible al frío, pueden utilizarse temperaturas algo superiores. La introducción de la parte del cuerpo que hay que tratar en agua fría se hará de forma lenta y progresiva, y la duración del baño será variable, según los objetivos terapéuticos: 10-20 s los baños completos y hasta 30 s los parciales, si el baño frío se utiliza como estímulo crioterápico breve; 15-20 min si se utiliza como método crioterápico para reducir el dolor, el espasmo muscular y el edema, en afecciones traumáticas o neurológicas.

Tras el baño, se arropará convenientemente al paciente y se mantendrá en reposo durante 30 min-1 h. Con frecuencia, el baño frío suele repetirse 2 o 3 veces cada 2-3 h. Si se utiliza como método crioterápico, se realizan estiramientos durante e inmediatamente después de la aplicación.

Es muy importante realizar precalentamiento mediante ejercicio, antes de introducir el cuerpo o parte de él en un baño frío. Al igual que en cualquier técnica hidroterápica en la que se utilice agua fría, es imprescindible que la persona se encuentre en un estado de confort térmico, y que la temperatura de la habitación sea agradable (del orden de los 20 °C). No menos importante es vigilar la respuesta a la aplicación fría, que se suspenderá si aparece palidez o enrojecimiento excesivamente prolongado, o un intenso dolor. No se efectuará una aplicación fría amplia hasta 2 h después de la ingesta de alimentos.

Los efectos térmicos de la inmersión en agua fría dependen, en gran medida, de la extensión de la zona tratada y de la duración de la aplicación.

Los baños fríos más comúnmente empleados son:

- Los baños generales, que se utilizan para disminuir la temperatura corporal de forma rápida, en casos de hipertermia o golpe de calor, y como reacción durante la aplicación de la sauna.

booksmedicos.org

- Los baños parciales de brazos, de piernas y de asiento, cuya principal indicación es en las hemorroides.

No obstante, es importante precisar que, en medicina física, cuando se utiliza el agua como método crioterápico, se suele hacer mediante técnicas parciales, casi siempre con presión (baño de hidromasaje frío o con hielo, masaje con hielo), o mediante baños de temperatura alterna.

Baños de temperatura alterna o baños de contraste. Se trata de una técnica especial utilizada en el tratamiento de las extremidades. Requiere el uso de 2 recipientes, uno con agua a 38-44 °C de temperatura y otro a 10-20 °C, en los que se introducen las extremidades que hay que tratar alternativamente. Se comienza sumergiendo la extremidad que se va a tratar en el recipiente con agua caliente, durante 7-10 min; seguidamente, se sumerge en agua fría durante 1 min y se vuelve a sumergir en agua caliente durante 4 min. El ciclo se continúa durante 30 min y la última inmersión se realiza en agua caliente. Los cambios han de hacerse con rapidez.

Existen diferencias en cuanto a la técnica, según los diversos autores consultados; las diferencias radican en la proporción de tiempo calor/frío, que varía 3/1 o 4/1, y en la secuencia final del tratamiento, pues la mayoría terminan con agua caliente, y otros con agua fría. La técnica puede modificarse para ajustarse a las necesidades específicas, según el grado de aumento de temperatura deseado.

Los baños de contraste provocan respuestas sucesivas de vasoconstricción y vasodilatación cutánea, cuyo resultado es la estimulación de la circulación local en la extremidad tratada y, en menor grado, el incremento de la circulación en la extremidad contralateral no tratada; algunos autores lo consideran como un entrenamiento de los vasos sanguíneos (pasive vascular exercise de los autores anglosajones). El efecto sobre la circulación de la extremidad contralateral puede resultar de gran valor cuando se trate a un paciente con enfermedad vascular periférica, en la que el uso del calor o el frío estén contraindicados. En este caso, la extremidad contralateral se puede tratar con baños de contraste, lo que provoca un aumento en la circulación del miembro afectado gracias a la reacción consensual.

Para poder aplicar los baños de contraste, es imprescindible que los vasos periféricos conserven la elasticidad suficiente para contraerse y dilatarse. Su uso está contraindicado en la microangiopatía secundaria a la diabetes, en la endarteritis arteriosclerótica o enfermedad de Buerger y en la hipersensibili-

booksmedicos.org

dad al frío. Asimismo, hay que tener mucha precaución en los pacientes con insuficiencia venosa, si la temperatura del agua es superior a 40 °C.

Los baños de contraste están indicados:

- En las fases subagudas de la inflamación en artritis de articulaciones periféricas, esguinces y estiramientos musculares, para reducir el edema, al mismo tiempo que se aprovechan los efectos del aumento del flujo sanguíneo en la zona.
- Para tratar un muñón de amputación inflexible.
- En los estadios iniciales de procesos vasculares periféricos, de notable componente espasmódico, como la enfermedad de Raynaud, y claudicación intermitente.
- En el tratamiento de la distrofia simpático refleja.

Contraindicaciones de los baños:

- Los efectos generales de la inmersión sobre el sistema cardiovascular, pulmonar, etc. hacen que los baños completos -especialmente los muy calientes o fríos, por los efectos añadidos que producen- estén contraindicados, sobre todo en pacientes con insuficiencia cardíaca, insuficiencia pulmonar, hipertensión arterial mal controlada, otras insuficiencias orgánicas en estadios avanzados. En muchos de estos casos, se pueden utilizar los baños de medio cuerpo y también los baños 3 cuartos.
- Los baños muy calientes producen no solo vasodilatación arteriolar, sino también dilatación venosa, por esto, están contraindicados en pacientes con grave insuficiencia venosa. En este caso, se utilizarán temperaturas próximas a la indiferencia o métodos termoterápicos locales. En determinados casos, en que se precise un aumento del flujo sanguíneo en un miembro en el que no pueda aplicarse calor, se puede utilizar el efecto de la reacción consensual sumergiendo el miembro contralateral.
- Los baños calientes están contraindicados en las fases agudas de lesiones músculo esqueléticas y de enfermedades reumáticas inflamatorias, ya que el calor produce un aumento de la presión venosa capilar y de la permeabilidad celular, lo que provoca una mayor acumulación de edema.
- Durante la inmersión en un baño caliente, la temperatura corporal se eleva entre 0,5 y 3 °C, lo que produce un aumento de todas las funciones orgánicas por sobrecalentamiento. Por esta razón, durante el embarazo, para no superar la temperatura corporal de 38,9 °C (límite de seguridad para el feto), la temperatura máxima del agua del baño no superará los 37,8 °C.

booksmedicos.org

- Los baños fríos completos están contraindicados en enfermedades reumáticas, por el aumento de rigidez articular que producen, o cuando exista cistitis, colitis o diarreas.
- También están contraindicados en caso de hemorragias intestinales (mediante el reflejo cutaneovisceral, explicado anteriormente, se producirán variaciones en el calibre de los vasos de los órganos más profundos, vísceras y músculos, en sentido contrario al producido en la piel).

Métodos con presión

Duchas y chorros

En las duchas, el agua es proyectada a presión variable sobre la superficie corporal, mediante un dispositivo tubular adecuado. En las duchas con presión, además del efecto propio de su temperatura de aplicación, actúa el efecto de percusión o masaje.

La percusión producida por las gotas de agua a presión sobre la piel es una fuente de estimulación mecánica de los receptores cutáneos que, actuando de una manera refleja, van a producir los efectos propios del masaje más o menos profundo: roce o drenaje longitudinal, masaje transversal, presiones alternas o vibraciones. Estos efectos, que se exponen en el capítulo correspondiente, se pueden resumir en: relajación muscular, liberación de adherencias, analgesia, sedación, drenaje venoso y linfático, aumento del flujo sanguíneo.

Las duchas se clasifican según varios criterios:

- Forma en que se produce la proyección del agua sobre el cuerpo: ducha en lluvia, en abanico, en círculo, en columna o chorro libre, etc.
- Zona del organismo sobre la que se aplica: ducha general, parcial, torácica, abdominal, vertebral, de brazos, de piernas, aplicada a cavidades: nasal, faríngea, gingival, rectal.
- Temperatura: fría o fresca (entre 10 y 25 °C), caliente o muy caliente (38-43 °C), tibia, indiferente, alternante o de contraste, o escocesa (38-40 y 20-25 °C).
- Presión: que oscila desde la afusión (ducha sin presión) hasta la ducha filiforme, a una presión de 6-12 atm.
- Duchas especiales: ducha-masaje de Vichy, ducha subacuática.

Aunque duchas y chorros se nombran indistintamente para referirse a la aplicación de agua a presión sobre la superficie corporal, en general, se admite

booksmedicos.org

que la diferencia básica entre ducha y chorro es que en la ducha se interpone un pomo agujereado, por el que sale el agua dividida en gotas más o menos gruesas; el chorro del agua sale directamente de la manguera, sin interposición de ningún tipo de alcachofa, excepto una embocadura.

Al combinar temperatura, forma, presión, duración y zona corporal sobre la que se aplica la ducha, se obtiene una variedad de duchas y chorros, que se escogen según las necesidades de cada caso en particular. Los efectos de las duchas vienen dados por la temperatura, duración, superficie corporal y presión a la que se apliquen. Cuanto mayor es la presión y la temperatura más se aleja de la indiferente, mayor estímulo mecánico, o térmico, según el caso, se produce.

Técnica de aplicación. El chorro general, que se aplica perpendicularmente a la superficie corporal a una presión de 1-3 atm, mediante una manguera o tubo, y a una distancia del paciente en bipedestación de 3 m aproximadamente (Fig.3.3).

Fig. 3.3. Chorro.

La temperatura y el tiempo de aplicación es variable, según la indicación terapéutica y la tolerancia del paciente. Los chorros más empleados son los de temperatura caliente (37-40 °C) y los de temperatura alternante (38-40 °C y 20-25 °C), que reciben el nombre de contraste o escocesa.

Para la aplicación de los chorros se precisa un pupitre de mandos, en el que el terapeuta pueda regular la presión y la temperatura de aplicación.

El paciente, durante la aplicación del chorro, permanecerá agarrado a los asideros de las paredes, para vencer la inestabilidad que puede provocar la presión del agua sobre la superficie corporal y evitar, de este modo, posibles caídas.

booksmedicos.org

Al igual que con las otras técnicas hidroterápicas, tras la aplicación de un chorro general, el paciente permanecerá en reposo, en cama o tumbona, durante 30-60 min.

La duración del chorro caliente oscila entre 3 y 5 min y siempre se vigilará la respuesta del paciente. El chorro, al igual que las otras técnicas hidroterápicas, ha de aplicarse siguiendo una técnica ordenada, que varía ligeramente de unos autores a otros y depende de las condiciones particulares y de los objetivos terapéuticos de cada paciente.

Los chorros calientes se utilizan por los efectos derivados del estímulo térmico y mecánico.

Sus principales indicaciones son las afecciones reumáticas, especialmente en cervicalgias y lumbalgias, por sus efectos analgésicos y relajantes musculares.

Las contraindicaciones son las generales de la hidroterapia.

Ducha de contraste o escocesa. Para la ducha de contraste o escocesa se necesitan 2 mangueras, una para el agua caliente y otra, para el agua fría, que se han de manejar cada una con una mano, para hacer el cambio de temperatura de forma fácil y rápida.

Se comienza con una aplicación caliente, durante 1-3 min, y se sigue con la fría, aplicada durante un tiempo que oscila entre un cuarto a un sexto del tiempo de la caliente; vuelve a aplicarse la caliente, durante 1-3 min, y de nuevo la fría.

Se hace el cambio una vez más y se concluye siempre con la fría. La duración de la ducha de contraste es variable, según la tolerancia del paciente, y puede llegar hasta 12 min.

Los efectos de la presión y de los bruscos cambios térmicos son los responsables de que el principal efecto producido por la ducha de contraste sea un fuerte estímulo general.

Sus principales indicaciones son para el estrés, la depresión nerviosa y el insomnio. Las contraindicaciones para su uso: el mal estado general, estados ansiosos y todas las insuficiencias orgánicas en general.

El masaje bajo ducha (Fig.3.4), es una ingeniosa modalidad de ducha, consistente en un masaje aplicado bajo una ducha de agua indiferente o caliente a muy baja presión. Existen 2 tipos diferentes de masaje bajo ducha, que llevan

booksmedicos.org

el nombre del balneario respectivo en el que fueron ideados: de Vichy y de Aix-les-Bains. El masaje bajo ducha consiste en una sesión de masaje manual general, practicado por 1 o 2 personas, con el paciente acostado en una camilla y una ducha que abarca la longitud de su cuerpo situada a 60-80 cm sobre el plano horizontal en el que se encuentra acostado. Es conveniente, antes del tratamiento, un breve período de relajación y una ducha general a 37-38 ˚C. A continuación, el paciente se sitúa en la camilla y se aplica el masaje bajo la ducha, durante 35-40 min, para concluir con un período de reposo de 30-60 min. Los efectos son los propios del masaje de relajación, acentuados por el efecto térmico del agua caliente.

Fig. 3.4. Masaje bajo ducha.

Chorro subacuático. En el chorro subacuático, el paciente o bañista, sumergido en una bañera de agua caliente, recibe la acción de un chorro de agua a presión sobre determinada zona corporal. La temperatura del chorro puede ser caliente o fría, aunque frecuentemente es 1 o 2 ˚C más caliente que el agua del baño; la presión del agua es variable, entre 1 y 4 atm. El masaje que se realiza con el chorro puede ser local o general, y manual o automático.

En la actualidad, existe en el mercado gran cantidad y variedad de bañeras de hidromasaje, con chorros subacuáticos incorporados en las paredes de la bañera, orientados sobre las distintas zonas corporales (especialmente articulaciones periféricas y columna); estos permiten programar, de acuerdo a las necesidades terapéuticas individuales de cada paciente, la presión, duración y secuencia de los distintos chorros. Así, se puede obtener desde hidromasajes de una articulación o de un miembro determinados, hasta un hidromasaje completo, en el que puede programarse que incida durante más tiempo en la columna cervical, por ejemplo, o un masaje centrípeto de miembros inferiores, cuando el objetivo sea el drenaje circulatorio de miembros inferiores (Fig.3.5).

booksmedicos.org

Fig. 3.5. Bañera de hidromasaje.

También es frecuente incorporar chorros subacuáticos para masaje subacuático de columna en las piscinas de tratamiento.

Las indicaciones son las derivadas del efecto del masaje-calor-inmersión.

La ducha filiforme es una modalidad especial de chorros ideada en los balnearios franceses para tratar lesiones dermatológicas liquenificadas, acné y pruritos localizados. En la actualidad, su uso está sistematizado; se utiliza de una manera específica en el tratamiento de las quemaduras. Consiste en proyectar durante 5-10 min agua estéril a temperatura indiferente, por medio de un pomo con orificios de 6-10 mm de diámetro, y a una presión de 10-15 atm. Los efectos físicos, derivados de la alta presión utilizada, dependen de la modalidad de aplicación, presión y distancia del chorro; se emplea mayor o menor presión según la fase de la quemadura.

Baños de remolino

Los baños de remolino, que en la terminología anglosajona se denominan whirpool, consisten en baños cuya agua se mantiene en agitación constante mediante una turbina. En estos baños, a los efectos térmicos del agua caliente o fría se suman los derivados de la agitación. Es uno de los métodos hidroterápicos más estudiados y utilizados actualmente en el tratamiento de las disfunciones físicas, junto con la piscina.

Los efectos de la agitación del agua del baño sobre los tejidos han sido estudiados por varios autores. La agitación creada en el baño de remolino funciona como fuente de estimulación mecánica en la piel, que actuará como contra irritante y estímulo de las grandes aferencias sensitivas, al bloquear la transmisión del dolor. Por otra parte, la agitación incrementará el mecanismo convectivo de propagación de calor.

booksmedicos.org

Características de los baños de remolino. Para aplicar los baños de remolino, se utilizan básicamente 3 tipos de tanques:

- Tanque de extremidades inferiores.
- Tanque de extremidades superiores.
- Tanque de Hubbart.

El tanque de extremidades inferiores permite la inmersión de una gran superficie corporal, lo que va a hacer posible la realización de ejercicios de miembros inferiores, al mismo tiempo que el paciente permanece sumergido. Para los casos en que el paciente sea incapaz de entrar en el tanque, pueden estar equipados con una silla hidráulica elevadora, para ayudarle a entrar y salir de él (Fig. 3.6).

Para la utilización del tanque de extremidades superiores, es necesario que el paciente se siente cómodamente próximo a él; es conveniente interponer una toalla u otro material acolchado en el borde para evitar constricción del sistema circulatorio venoso y linfático de las extremidades superiores. Este sistema permite también la realización de ejercicios. Uno de los efectos adversos del tanque de extremidades superiores es la producción de edema, que ha sido objeto de varios estudios para intentar determinar las causas. Se ha comprobado que la temperatura es la única responsable en la producción de edema.

Fig. 3.6. Baño de remolino.

El Tanque de Hubbart permite la inmersión total del organismo y puede llevar acoplado un sistema doble de turbina para producir agitación. Estos tanques, pueden estar fijos o móviles.

- Todos los tanques requieren un amplio aporte de agua fría y caliente, que se pueda mezclar mediante un control termostático valvular o manual. Para la aplicación de baños de hidromasaje fríos, es preciso disponer de hielo, que se añadirá al agua hasta alcanzar la temperatura deseada (entre 10 y 15 °C). Los tanques han de tener un sistema de vacío para prevenir la succión del agua del tanque.

booksmedicos.org

- El movimiento del aire y del agua se regula mediante una bomba de agua o turbina. La turbulencia se crea y controla mediante una válvula que regula la cantidad de aire que entra. La presión se controla con otra válvula, que regula la cantidad de agua que se proyecta. En general, cuanta mayor cantidad de aire, mayor grado de turbulencia se crea. La turbulencia suele ser mayor en la superficie del agua.
- Es importante tener en cuenta la seguridad eléctrica. Las turbinas deben tener toma de tierra con interruptor. Nunca se permitirá a los pacientes el apagado o encendido de la turbina.

Indicaciones

- El baño de remolino frío (entre 10 y 15 °C) se utiliza como método crioterápico en el período agudo y subagudo de lesiones músculosqueléticas, en las que se precisa la práctica de ejercicio de la parte lesionada durante la aplicación de frío.

La duración de un baño de remolino frío oscilará entre 5 y 15 min, suficientes para conseguir un enfriamiento óptimo de los tejidos.

- El baño de remolino caliente (entre 37 y 42 –°C) se utiliza: para estimular la circulación y eliminar exudados y tejidos necróticos en el tratamiento de heridas; para producir analgesia y relajación muscular; para reducir la rigidez articular, y para facilitar el ejercicio, por lo que se utiliza con mucha frecuencia como calentamiento previo a la cinesiterapia.

La duración del tratamiento en un baño de remolino caliente de extremidades superiores o inferiores es distinta y depende de la patología específica tratada. Cuando se utilice como método termoterápico, tanto en el tratamiento de afecciones músculosqueléticas como en el tratamiento de cicatrices, y el estado general del paciente lo permita, la duración usual será de 20 min. Si se utiliza para desbridar tejidos necróticos de heridas, el tiempo será variable, entre 5 y 20 min, según la cantidad de tejido necrótico. Si el fin es practicar ejercicio, la duración será entre 10 y 30 min, según el estado general del paciente. En presencia de enfermedad cardiovascular, la temperatura no deberá exceder los 38 °C.

Tanque de Hubbart o de Trébol. Este tanque para tratamiento individual permite la inmersión completa de todo el cuerpo. Tiene forma de alas de mariposa o de trébol, para permitir el movimiento de las 4 extremidades y el acceso del terapeuta al paciente (Fig. 3.7). Es muy útil para tratar a pacientes

booksmedicos.org

que necesitan movilización en agua caliente, para mantener la gama de movimiento y disminuir el dolor. En unos casos, presentan gran incapacidad que les impide la deambulación (artritis reumatoide en fase de exacerbaciones, parálisis de causa neurológica central); y en otros, son pacientes con quemaduras, que precisan la movilización en medio estéril, o con heridas abiertas o incontinencias, que contraindican el uso de la piscina colectiva. Estos tanques están equipados con un sistema de grúa para situar al paciente dentro del agua. También puede acoplárseles una turbina, para crear turbulencias y potenciar, así, el efecto del baño caliente.

Fig. 3.7. Tina de Hubbart o Mariposa.

Terapia en piscina

La terapia en piscina combina la temperatura del agua y las fuerzas físicas de la inmersión (flotación, presión hidrostática, factores hidrodinámicos) con ejercicios terapéuticos. Se utiliza, fundamentalmente, cuando se precisa la ejecución de ejercicios asistidos o resistidos de las extremidades, sin carga sobre las articulaciones y músculos. En inmersión, pueden reeducarse la marcha, el equilibrio y la coordinación, antes de que la fuerza muscular o la consolidación ósea sean completas.

La terapia en piscina, al igual que los otros métodos hidroterápicos, se utiliza integrada dentro de un programa terapéutico rehabilitador. La inmersión en sí no es un fin, sino más bien una etapa que ayuda al paciente a liberarse poco a poco en el medio acuático, para después hacerlo fuera del agua. La verdadera finalidad de la hidrocinesiterapia es, por lo tanto, salir del agua con más soltura.

booksmedicos.org

Medios técnicos: piscinas y tanques

Para la realización de ejercicio terapéutico en el agua se utilizan los tanques y las piscinas. Los tanques tienen una capacidad limitada, por lo que solo permiten el tratamiento de un paciente. Existen diversos tipos, pero el tanque terapéutico más utilizado para movilización, que permite la inmersión de todo el cuerpo, es el tanque de Hubbart o de trébol. Las piscinas terapéuticas (Fig. 3.8) tienen formas y tamaños muy variables, según las necesidades y los fines a que son destinadas. Se dividen en piscinas colectivas de movilización, de marcha y de natación.

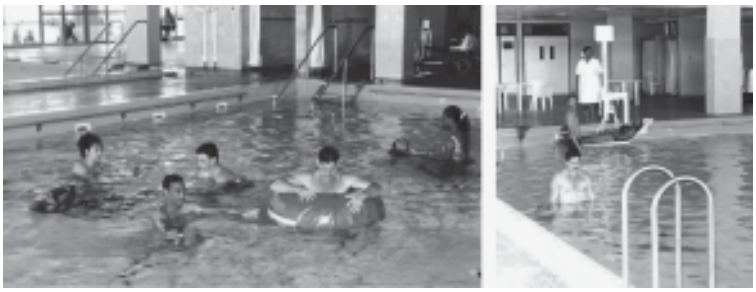


Fig. 3.8. Piscinas terapéuticas.

Piscinas colectivas de movilización

Existen piscinas colectivas de movilización de muy diversas formas y tamaños, en función de las necesidades y, en muchos casos, del espacio disponible.

Características básicas de las piscinas de tratamiento:

- Debe tener, como mínimo, 2x 2,5 x 0,6 m (3 m^2) para que pueda tratarse a una persona.
- Debe tener una profundidad media de 0,9 a 1,5 m, si se pretende hacer ejercicios de marcha, en cuyo caso su longitud será por lo menos de 3 m.
- Forma rectangular, y parcialmente enterrada, con una pared exterior de 85-90 cm de altura para facilitar la intervención directa del fisioterapeuta. La parte superior de la pared será plana, para permitir el emplazamiento de aparatos auxiliares.
- Profundidad de 1,30 m con fondo horizontal. Si es una piscina grande y se necesitan zonas de mayor profundidad, se separarán mediante una leve pendiente o escalón bajo.
- Accesibilidad: el acceso se efectuará por escalera con barandillas, rampas y elevadores hidráulicos, para los casos que precisen ayuda para entrar, salir o -incluso- permanecer en camilla dentro de la piscina.

booksmedicos.org

- Seguridad: al nivel del agua, la pared estará provista de una barra de apoyo a lo largo de toda la pared. Las barras perpendiculares también son útiles, en algunas ocasiones, para agarrarse en medio de la piscina.
- Accesorios:
  - Materiales fijos: tabla inclinada provista de correas de fijación, aparato de tracción del raquis ya sea lumbar o cervical, taburetes y sillas lastradas (Fig. 3.9).
  - Materiales de flotación: anillos hinchables para cuello, tronco y extremidades, flotadores de corcho o de espuma, como el pull-boy o la tabla (Fig. 3.10).
  - Materiales de lastrado: sandalias de plomo, para mantener el cuerpo vertical en inmersión cervical o estabilizar un miembro atetósico.
  - Materiales que aumenten la resistencia al movimiento: palas de madera, aletas.

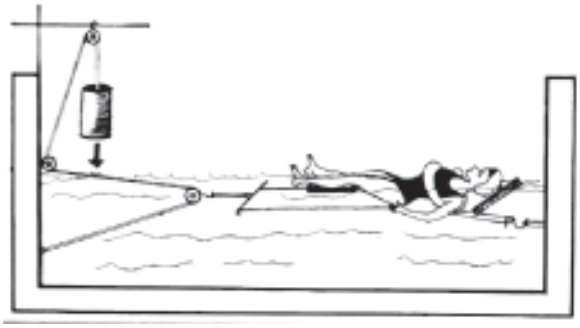


Fig. 3.9. Dispositivo de tracción lumbar en medio acuático.

Fig. 3.10. Bañera con dispositivo de tracción cervical en medio acuático.

booksmedicos.org

Técnicas de hidrocinesiterapia. La hidrocinesiterapia permite técnicas variadas para una gama de indicaciones terapéuticas. Antes de realizar cualquier ejercicio en inmersión profunda, y más si se va a utilizar la flotación, es necesaria una fase previa de acostumbramiento, sobre todo, en los pacientes poco familiarizados con el medio acuático. Sin esta fase previa, en la que el paciente pierde el miedo al agua y se encuentra seguro dentro, es imposible obtener relajación muscular, por lo que la hidrocinesiterapia no será útil. Las técnicas más utilizadas son: ejercicios de movilización, entrenamiento de la marcha, reeducación neuromotriz y natación, a la que se dedicará un apartado especial.

Ejercicios de movilización:

Pasiva, beneficiándose de la flotación y del efecto analgésico y relajante muscular que aporta el calor del agua, estos ejercicios permiten el mantenimiento o mejoría de la amplitud articular.

Activa, ayudada por la presión hidrostática, o resistida, por los factores de resistencia hidrodinámica. Se utilizan para conservar o recuperar la movilidad articular y para ejercitar los músculos.

Global, que permiten todos los ejercicios intermedios entre el movimiento elemental y la natación.

Entrenamiento de la marcha: especialmente indicado en las lesiones del sistema musculosquelético de miembros inferiores. Utilizando el principio de Arquímides y los estímulos sensoriales producidos por la presión hidrostática y por los factores de resistencia hidrodinámica, permite el apoyo precoz y progresivo - se evita, de este modo, perder el esquema de la marcha - y estimula al máximo los receptores propioceptivos, que permitirán resultados funcionales más rápidos y de mejor calidad.

Reeducacion neuromotriz: los efectos de la inmersión sobre la propiocepción, el equilibrio y la coordinación, hacen que el medio hídrico se utilice para:

- Facilitación neuromuscular propioceptiva en traumatología y ortopedia, y para rehabilitación de hemipléjicos, mediante ejercicios en cadena abierta y en cadena cerrada.
- Ejercicios para la reequilibración estática y dinámica, y para la mejora de la coordinación en casos de patologías del equilibrio, cualquiera que sea su etiología.

booksmedicos.org

Consideraciones del tratamiento en piscina:

Duración. El tratamiento en piscina tendrá una duración variable, entre 10 y 30 min, según el estado general del paciente. Es conveniente iniciarlo con 10-15 min e ir aumentando el tiempo gradualmente, según la tolerancia.

La temperatura del agua será variable, según la patología tratada:

Cuando se tratan pacientes reumáticos, las temperaturas más adecuadas son 36-38 ˚C, ya que combinan, tanto los efectos térmicos como mecánicos del ejercicio en agua caliente: relajación del paciente; disminución del dolor y el espasmo muscular; aumento de la circulación; mantenimiento o incremento de la movilidad articular; reeducación muscular, con desarrollo de su potencia y resistencia; entrenamiento precoz para la marcha, con disminución de la carga articular y muscular, y mejoría del estado psicológico y emocional.

En pacientes neurológicos, la temperatura del agua de la piscina será de 34-37 °C (por su efecto antiálgico y miorrelajante), cuando se traten miopatías, secuelas de poliomielitis, mielomeningocele o polirradiculoneuritis.

Cuando se utilice en lesionados medulares para entrenamiento al esfuerzo, la temperatura será de 28-30 °C. Por último, será de 10-15 °C (para reducir la espasticidad), cuando se utilice en pacientes con esclerosis en placas.

En pacientes postraumáticos o tras cirugía ortopédica, para facilitación neuromuscular propioceptiva y para reeducación de la marcha, la temperatura termoneutra (34-36 °C) será la más adecuada.

En las piscinas de natación, debido al mayor trabajo muscular que se realiza, la temperatura media será de 28-30 °C.

Precauciones. La hidroterapia debe considerarse como un tratamiento no exento de riesgos y su prescripción queda reservada al médico.

Es preciso tener presente el aumento de demanda del sistema cardiovascular y respiratorio que se produce con el tratamiento en la piscina. También la temperatura corporal aumenta, lo que exige una mayor demanda de disipación de calor.

Por esto, la insuficiencia coronaria y cardíaca y la hipertensión arterial constituyen las clásicas contraindicaciones de la hidrocinesiterapia.

Los accidentes cardiovasculares son excepcionales, si se respetan las contraindicaciones y se observa una progresión prudente, tanto en los ejercicios

booksmedicos.org

como en la duración del tratamiento. Debido a esto, la terapia en piscina nunca excederá los 15-20 min en pacientes ancianos, hipertensos o con afecciones cardiopulmonares.

Es preciso una supervisión constante de los pacientes antes, durante y después del tratamiento.

Como las caídas son relativamente frecuentes, siempre es necesaria la presencia de personal y material adecuado, para atender las posibles complicaciones que puedan surgir.

La inmersión simultánea y prolongada de varios pacientes en agua caliente puede favorecer la contaminación del agua y la transmisión de enfermedades infecciosas. Las más frecuentes son: micosis cutáneas, verrugas plantares por papilomavirus, sinusitis y otitis bacterianas o víricas, conjuntivitis y parasitosis digestivas.

Para disminuir el riesgo infeccioso, la higiene corporal del paciente antes y después del tratamiento ha de ser rigurosa.

Se contraindicará la piscina colectiva a los pacientes incontinentes o con heridas abiertas o supurantes, en cuyo caso se utilizará tanque individual.

La limpieza, desinfección y control bacteriológico regular de las instalaciones han de ser estrictos.

Es preciso tener extrema precaución con los pacientes VIH positivos y con hepatitis B o C.

Debido al incremento de la demanda por parte de la población, actualmente la mayoría de los gimnasios incluyen en sus instalaciones bañeras de hidromasaje y jacuzzis. Uno de los mayores problemas que presentan, debido al abuso y falta de control higiénico, es la infección por *Pseudomona aeruginosa*, que causa foliculitis.

Las elevadas temperaturas y la mala higiene, tanto de los baños como de los pacientes, son las responsables del riesgo infeccioso

Indicaciones de la hidrocinesiterapia. Las indicaciones son múltiples y se basan en los efectos fisiológicos de la hidrocinesiterapia. Las indicaciones más frecuentes de la terapia en piscina son:

Traumatología y ortopedia: fracturas e intervenciones de cirugía ortopédica, sobre todo de hombro, raquis y miembros inferiores. Esguinces. Desgarros

booksmedicos.org

musculares y lesiones tendinosas. Politraumatizados. Distrofias del crecimiento: escoliosis, cifosis y epifisitis.

Reumatología: lesiones articulares degenerativas periféricas y raquídeas. Enfermedades reumáticas inflamatorias: artritis reumatoide, espondilitis anquilosante, lupus eritematoso sistémico. Espondiloartropatías, polimiositis, esclerosis sistémica progresiva. Reumatismos paraarticulares: fibromialgia y tendinitis.

Neurología: afecciones periféricas: poliomielitis, polirradiculoneuritis, mononeuritis. Lesiones centrales: medulares, cerebrales. Esclerosis múltiple. Miopatías

Cardiología y neumología: programas de entrenamiento al esfuerzo posinfarto. Asma y bronquitis crónica. Insuficiencia venosa (con temperatura ligeramente inferior a la termoneutra).

Otras: medicina deportiva. Preparación al parto. Utilizada como relajación.

Contraindicaciones de la hidrocinesiterapia. La selección adecuada de los pacientes para hidrocinesiterapia en piscina es muy importante. Las contraindicaciones serán siempre relativas, según las características de cada paciente y las instalaciones disponibles. Esto quiere decir que un paciente incontinente o con una herida abierta no podrá tratarse en piscina colectiva, pero sí en tanque individual; o que en un paciente con insuficiencia respiratoria, sino es muy grave, el ejercicio en el agua puede incluso ser utilizado como una técnica de reeducación; o que el cáncer no es una contraindicación absoluta para la inmersión en piscina.

La principal contraindicación la constituye el riesgo de contaminación del agua. En todos los casos habrá que hacer un balance de las ventajas y riesgos. En general, se contraindicará la hidrocinesiterapia en piscina colectiva en cualquier situación en la que la exposición al agua caliente o el ejercicio estén contraindicados, especialmente en:

- Presencia de heridas abiertas o supurantes.
- Procesos infecciosos o inflamatorios agudos: respiratorios y otorrinolaringológicos, oculares, hepatitis, gastroenteritis, parasitosis intestinales.
- Hipertensión arterial mal controlada.
- Alteraciones cardíacas o pulmonares graves en períodos no estables (especialmente con capacidad vital menor de 1 500 ml).

booksmedicos.org

- Insuficiencias orgánicas graves o en períodos de descompensación.
- Mal estado general, enfermos terminales.
- Pacientes con terror al agua y pacientes psicóticos o con desorientación.
- Epilepsia mal controlada.
- Diabetes grave y mal controlada.
- Tuberculosis.

Piscinas de marcha

Las piscinas de marcha se utilizan para el entrenamiento de la marcha mediante la inmersión decreciente.

En estas piscinas, el suelo estará escalonado, con peldaños de profundidad decreciente de aproximadamente 60 cm de ancho por 10 cm de altura, separados unos de otros por barras paralelas de apoyo, de 80 cm de altura (Fig. 3.11).

Fig. 3.11. Piscina de adiestramiento para la marcha.

booksmedicos.org

Los pasillos de marcha tendrán, al menos, 3 m de longitud. La profundidad será decreciente: variará desde 1,50 m (inmersión esternal media) hasta 0,70 m (inmersión femoral de los más bajos).

El acceso a la piscina de marcha se efectuará por la zona más profunda.

Existen otros tipos de piscinas de marcha, aparte de la escalonada: son los tanques de fondo móvil, en los cuales solamente existe un pasillo de marcha. Este tipo de tanque contiene una plataforma en el fondo, que se eleva o se sumerge a la profundidad deseada, para obtener inmersiones de mayor o menor profundidad.

Otro tipo de piscina, también para el entrenamiento de la marcha, es la piscina en forma de pasillo, en la que, mediante una turbina, se crea una corriente de agua y aire que ayuda o resiste el desplazamiento.

Piscinas de natación

Las piscinas para practicar natación como medio terapéutico son similares, en su concepción, a las piscinas deportivas. Deben tener, como mínimo, de 12 a 20 m de longitud y 2 o 3 calles. Han de tener la misma accesibilidad que las piscinas de movilización y de marcha. Es conveniente que tengan zonas profundas (Ø2 m), para poder ejercitar la marcha sin apoyo o natación vertical. Los accesorios más utilizados en las piscinas de natación son tablas de pies, pull-boy, burbuja de corcho y gomas elásticas.

Natación. La natación es un deporte de base completo. La práctica física en desgravitación y en decúbito, la acción armoniosa y global sobre la musculatura esquelética y los beneficios sobre los sistemas cardiovascular y pulmonar hacen de la natación una de las actividades físicas de base. La natación, una vez que se domina el medio acuático, aporta diversión, distracción y armonía física. Solamente los estilos puros de braza y mariposa pueden desaconsejarse en ciertas patologías raquídeas y femoropatelares.

La natación, practicada regularmente como actividad lúdica, tiene una acción benéfica sobre el desarrollo y el modelaje estaturoponderal del niño, así como sobre los aprendizajes motores y la coordinación motriz, incluso en el adulto. No existen contraindicaciones específicas a la práctica de la natación, aparte de las contraindicaciones generales, relativas y limitadas en el tiempo (oftalmología, otorrinonaringología, dermatología, bronconeumología).

La natación deportiva de competición requiere un seguimiento médico-deportivo, adaptado a la práctica intensiva y sus riesgos. De todas las actividades

booksmedicos.org

acuáticas (natación deportiva, sincronizada, water-polo), la natación deportiva es la más practicada. Este tipo de natación puede engendrar una patología específica de sus diferentes técnicas: hombro, raquis (en la charnela dorsolumbar y lumbosacra), rodilla y rótula son las regiones más expuestas a lesiones.

La natación es también una actividad física indicada en medicina de rehabilitación: en afecciones de aparato locomotor, que precisan descarga y fortalecimiento global de la musculatura; en niños con desviaciones del raquis, con miopatías o con asma (el carácter lúdico de la natación la convierte en un medio idóneo para la rehabilitación infantil).

Existen 4 tipos básicos de natación: 2 tipos alternos (crol, espalda) y 2 simultáneos (braza y mariposa).

Crol: es una modalidad de natación rápida, alterna, que necesita una perfecta coordinación brazos-piernas y movimientos respiratorios. En la brazada se distinguen 2 fases: una fase acuática, marcada por una tracción de los miembros superiores, seguida de un tirón en abducción y rotación interna de hombro, que involucra a todos los músculos desde la mano hasta la cintura escapular; y una fase aérea, o fase de recobro en abducción y rotación externa del miembro superior. Los miembros inferiores no desempeñan más que un papel equilibrador. Los movimientos respiratorios se calculan según la posición de la cabeza: inspiración durante la fase de rotación de la cabeza, al final de la fase de tracción o acuática; espiración durante la fase de inmersión de la cara.

El crol utiliza, sobre todo, los músculos de la cintura escapular y tiene una acción indirecta sobre el raquis cervical y dorsal.

Crol de espaldas: es una natación alterna, realizada sobre la espalda, cuya brazada tiene 2 fases de tracción acuática y de recobro aéreo, que implican, sobre todo, la articulación escapulohumeral. El raquis dorsal se coloca en postura de estiramiento y de corrección de la cifosis. Esta es la mejor natación para los adolescentes con problemas de raquis dolorosos o deformados. Los miembros inferiores desempeñan un papel de estabilización de las oscilaciones provocadas por los brazos; ejercen, asimismo, una acción propulsiva moderada.

Braza: es una natación simultaneada, simétrica, realizada en posición ventral. Es también una natación discontinua, cuya fase de tracción entraña una contracción importante de los músculos aductores del hombro. Esta natación provoca hiperlordosis lumbar y cervical, así como una gran tensión en la arti-

booksmedicos.org

culación femoropatelar, durante la fase de recobro de la flexión-rotación externa de rodilla a la extensión para asegurar la propulsión. La braza está contraindicada en muchas afecciones del raquis cervical y lumbar, y sobre todo, cuando existen problemas en la articulación femoropatelar.

Mariposa o delfín: es una natación simultaneada, simétrica, discontinua y ondulante. En la fase de propulsión, el raquis cervical está en hiperextensión y la cintura escapular se halla hipersolicitada. En la fase de recobro, el raquis lumbar está en hiperlordosis, batiendo simultáneamente los 2 miembros inferiores. Está contraindicada en cervicalgias y lumbalgias.

Over o de costado: no es un estilo en el sentido estricto; es una mezcla de crol y braza, con movimientos muy suaves. La propulsión se efectúa sobre un lado del cuerpo, con las fases de propulsión y recobro similares a la braza, pero sin los movimientos tan bruscos de rodilla y hombro. Es muy utilizado para corregir desviaciones laterales del raquis.

Indicaciones de la natación en medicina física. Cada patología concreta precisa un tipo de natación o de ejercicios acuáticos específicos, por lo que no puede recomendarse la natación a todos los pacientes. Han de individualizarse, tanto el tipo de natación, como los ejercicios acuáticos más adecuados para cada uno.

Todos los estilos de natación se han de adaptar y corregir según las necesidades de cada patología y de cada paciente, mediante la supresión del movimiento de brazos o piernas en determinado estilo (un ejemplo puede ser la natación de braza y de espaldas, que corrige la hiperlordosis lumbar y cervical en pacientes con cervicalgia o lumbalgia) o con la ayuda de flotadores (tabla de pies, pull-boy, burbuja, manguitos), para corregir curvaturas o evitar hipersolicitaciones de determinadas articulaciones.

Sin entrar a analizar los efectos beneficiosos del ejercicio físico en toda la población, tanto sana como enferma, y sin elaborar una lista exhaustiva, a continuación se enumeran las principales indicaciones de la natación como método terapéutico, en medicina física.

Afecciones del aparato locomotor

- Desviaciones sagitales y laterales del raquis: cifosis, lordosis, escoliosis. Son las indicaciones principales de la natación terapéutica. En estos casos, la práctica de una natación y de unos ejercicios terapéuticos acuáticos adaptados a las necesidades de cada caso particular son un excelente coadyuvante terapéutico.

booksmedicos.org

- Patología discal y degenerativa del raquis, en la que la natación se utiliza como complemento terapéutico. Además, la práctica de la natación regularmente (2-3 veces por semana) ayuda a prevenir esta patología raquídea.
- Traumatología y ortopedia osteoarticular y musculotendinosa de miembros inferiores en deportistas, cuyo estado físico se deteriora debido a la inmovilidad prolongada. En estos casos, independientemente del uso de la hidrocinesiterapia y del resto de los tratamientos físicos empleados, la natación puede asegurar el mantenimiento de la forma física del deportista lesionado.
- En geriatría, el estímulo que supone el ejercicio de la natación y los ejercicios subacuáticos en grupos.
- Los grandes discapacitados físicos y mentales pueden encontrar en la natación, no solo un aspecto lúdico muy importante que hay que tener en cuenta, sino también un medio de sobreponerse a su discapacidad.

Afecciones cardiovasculares y pulmonares

- En los pacientes con insuficiencia coronaria se indica la natación como actividad física rehabilitadora y, a la vez, preventiva del infarto de miocardio. En estos casos, el trabajo de los brazos se ha de disminuir en su mayor parte.
- El crol y el crol de espalda, sobre todo, por los movimientos de miembros inferiores, están indicados en los pacientes con insuficiencia venosa.
- En los pacientes asmáticos, y muy especialmente en niños, la natación se recomendará como actividad física ideal y también como entrenamiento al esfuerzo.

Afecciones neurológicas

En secuelas de poliomielitis y hemiplejia, esclerosis en placas, paraplejias.

booksmedicos.org

CAPÍTULO 4: AGENTES FÍSICOS NATURALES

booksmedicos.org

CLIMATOLOGÍA MÉDICA

Las circunstancias climáticas son siempre operantes sobre los individuos que asientan en cualquier lugar de la Tierra y, aunque muchas veces sus acciones pasen inadvertidas o se consideren intrascendentes, siempre son influyentes sobre los seres vivos y sus peculiares capacidades de respuesta. La piel, como órgano receptor, y los distintos sentidos son excelentes medios de captación de los estímulos ambientales, tanto en los individuos en buen estado de salud como en el de enfermedad.

Como es generalmente admitido, las circunstancias climáticas ejercen su influencia sobre todos los seres vivos. Hay que tener en cuenta que, por clima se entiende el conjunto de características atmosféricas medias*f* propias de una determinada zona o región y mantenidas por decenas de años. El tiempo, en cambio, es la situación climática en un momento dado y en un lugar determinado. La OMS considera que el clima da carácter de individualidad a una determinada región, en tanto que el tiempo no implica estas importantes circunstancias.

La climatología es el tratado de los climas, pero la climatología médica considera el clima como factor determinante de efectos favorables o desfavorables sobre los seres humanos. Ya Hipócrates destacaba que el sol, el agua, los vientos y los restantes factores o elementos climáticos eran importantes en el mantenimiento y en la recuperación de la salud. Esta es la base de la actual bioclimatología y climatoterapia. Pero, dado que estos factores también pueden ser alterantes, surge la meteoropatología. Todas estas ramas de la ciencia se pueden considerar integrantes de la ecología, que se ocupa de las relaciones entre los seres vivos y el medio ambiente.

El clima de un determinado lugar se caracteriza, prescindiendo de factores extraterrestres (radiaciones, luminosidad, etc.), por la combinación estable de los diversos factores meteorológicos o atmosféricos y geológicos o telúricos. En efecto, en la composición de la atmósfera más cercana es trascendente para todo ser vivo su contenido en: oxígeno, carbono, nitrógeno, gases inertes, ionización, etc.; temperatura, humedad, nieblas y nubes, precipitaciones, vientos, etc.; factores geológicos o telúricos, como constitución del suelo, configuración, latitud, altitud, distribución de mares y tierras, vegetación, etc. Todo esto influye sobre la economía del ser vivo.

Estos factores actúan siempre sobre el organismo y su capacidad de respuesta, pero su influencia se ejerce básicamente sobre los mecanismos reguladores de las funciones vegetativas. Asimismo, hay que considerar que tanto las

booksmedicos.org

acciones como las respuestas no se producen de forma aislada o independiente, sino de manera conjunta o asociada, lo que dificulta el conocimiento preciso de cuál es el factor realmente actuante o verdaderamente biotropo*f*.

Realmente, hasta las situaciones más sencillas dependen de cambios complejos. Así, por ejemplo, una elevada temperatura supone variaciones en la humedad, movimientos del aire, radiación ultravioleta, etc.; la altitud implica cambios en la presión atmosférica, temperatura, humedad, etc.

En climatoterapia surgen 2 cuestiones importantes: existen regiones privilegiadas donde los efectos perjudiciales del clima sean mínimos? y puede admitirse que determinadas situaciones climáticas sean realmente condicionantes de efectos terapéuticos?

Estas preguntas no pueden contestarse categóricamente, pero es un hecho generalmente admitido que el aire puro, el adecuado soleamiento, la conveniente ionización, etc. son favorables para la salud, así como que las curas climáticas, recomendadas por Brehmer, fueron durante muchos años proceder terapéutico importante en el tratamiento de la tuberculosis pulmonar. Por otra parte, la helioterapia en clima marítimo es factor coadyuvante importante en el tratamiento de las tuberculosis consideradas quirúrgicas*f*. Finalmente, en la actualidad, se considera que los cambios climáticos pueden dar resultados excelentes en distintas manifestaciones alérgicas.

Las acciones más destacadas sobre el organismo son: sedante, pero cuando las horas de sol son suficientes, tónica y activante de las funciones respiratorias, circulatorias, hemopoyéticas y metabólicas.

CLASIFICACIÓN DE LOS CLIMAS

Clima de llanura. Altitud de menos de 600 m, se caracteriza por la considerable oscilación de su temperatura, con mínimas invernales y máximas estivales; la humedad y el régimen de lluvias son también variables y su luminosidad considerable.

Encuentra indicación en estados de menor resistencia, convalecencias, cardiopatías, hipertensiones, afecciones respiratorias, etc.

Clima de altitud o de montaña. Se considera de interés terapéutico si está comprendido entre 600 y 2 000 metros. Son sus características: la menor presión atmosférica, la disminución de la tensión parcial de oxígeno, la baja temperatura y la riqueza en radiación solar.

booksmedicos.org

Los efectos de este clima sobre el organismo son: estimulante y tónico general, aumenta la frecuencia y amplitud de los movimientos respiratorios y estimula el ritmo cardíaco.

Sus indicaciones más destacadas son: convalecencias, estados de menor capacidad defensiva orgánica, enfermedades crónicas respiratorias, distonías neurovegetativas y determinadas formas de tuberculosis pulmonar.

Clima marítimo. Se caracteriza por la relativa estabilidad de la presión atmosférica, temperatura, vientos, luminosidad, etc. También es importante establecer diferencias entre el clima marítimo propiamente dicho y el clima costero.

En todos los casos, el clima marítimo se considera excitante, tanto más cuanto más abierto.

El clima costero o de litoral es también de cierta constancia por la acción reguladora ejercida por el mar cercano. Hay que tener siempre en cuenta su elevado grado higrométrico, alta presión atmosférica, gran radiación solar, alta ionización y vientos alternantes.

En cuanto a las acciones de estos diversos climas sobre el organismo, suele predominar la estimulante o tonificante, tanto más cuanto más abierto y activo sea el mar. Esta acción se manifiesta prácticamente sobre todas las funciones orgánicas, pero es preciso tener en cuenta que, en zonas cálidas, el clima marino puede ejercer efectos sedantes.

Por sus efectos predominantemente estimulantes, el clima marítimo puede ser aconsejable para los pacientes con síndrome de fatiga física o psíquica, a los que muestran menor resistencia a las enfermedades, estados de convalecencia prolongada, deficiencias metabólicas y, en general, siempre que interese potenciar las defensas naturales.

Clima forestal. Realmente no es una entidad genuina, puesto que puede darse en cualquier otro clima, si bien su presencia supone una mejor refrigeración ambiental, menor insolación y mayor evaporación y transpiración, así como descenso en la temperatura del suelo y mayor humedad relativa.

En general, las zonas boscosas dan mayor estabilidad térmica, protección contra los vientos y purificación de la atmósfera. Asimismo, elevan el contenido iónico, en particular de cargas eléctricas negativas, de donde proceden sus efectos esencialmente sedantes sobre el organismo y estimulantes del metabolismo, y de los cambios respiratorios y de la oxigenación tisular.

booksmedicos.org

Indicaciones

- La cura climática es factor coadyuvante importante en el tratamiento de múltiples procesos, puesto que las funciones respiratorias, cardiovasculares, hemopoyéticas, digestivas, metabólicas, etc. pueden verse influidas.
- Está comprobado que el clima de montaña es favorable en determinados procesos tuberculosos pleurales o pulmonares.
- El clima costero es beneficioso en tuberculosis con localizaciones ganglionares y osteoarticulares.
- Los climas secos y templados son favorables en afecciones reumáticas.
- Los climas de temperatura moderada y poco húmedos, de escasa altitud, son beneficiosos en afecciones hepatobiliares.
- Los climas de llanura o poca altitud, protegidos de los vientos y de temperatura y humedad medias, son favorables en distonías vegetativas o manifestaciones disreaccionales de tipo alérgico, dispepsias hiperesténicas y úlcera gástrica; los climas suaves de mediana altitud son aconsejables en procesos renales en los que el frío es mal tolerado.
- Los climas sedantes de llanura o lacunares son beneficiosos en individuos hiperexcitables y distónicos vegetativos.
- Los climas de montaña y marítimos, por su riqueza en radiación solar, dan excelentes resultados en diversas dermatosis, en particular en psoriasis, especialmente si se asocian con talasoterapia; los climas fuertes, excitantes, deben evitarse en trastornos metabólicos graves, pero pueden ser favorables en obesidades pletóricas no complicadas.
- Finalmente, es destacable la beneficiosa acción de los cambios climáticos en procesos alérgicos respiratorios, en los que pueden hacer desaparecer todas sus manifestaciones. Además, en estos procesos, el clima de montaña puede ser muy favorable y también el clima marítimo, en particular en niños adenoideos, en los que puede estimular sus mecanismos de defensa y liberarlos de los factores agresores de su ambiente habitual.

Técnicas de aplicación de las curas climáticas. Como es lógico, lo primero que hay que determinar es cuál puede ser el clima más favorable para el enfermo que se va a tratar y, seguidamente, qué peculiaridades debe reunir dicha cura para que pueda ser realmente eficaz.

Con estos fines, lo más conveniente es recurrir a las denominadas estaciones climáticas*f*, que se asientan en lugares privilegiados, ya sean de llanura, de altitud o marítimos, disponen de instalaciones y servicios adecuados para la mejor atención de los enfermos y son realmente especializadas, lo que potencia extraordinariamente la eficacia de este proceder, siempre complejo.

booksmedicos.org

Las estaciones climáticas son peculiares, puesto que a cada una de ellas le presta singularidad su elegido emplazamiento, su situación geográfica, la naturaleza geológica del suelo, las características atmosféricas del lugar, las condiciones actínicas, etc., pero, además, personal especializado controla el régimen de comidas, las horas de ejercicio y reposo, las prácticas fisioterápicas convenientes, etc., adaptando la cura a cada paciente y sus peculiaridades. En este sentido, es conveniente recordar que todo cambio climático suscita una fase inicial de adaptación activa y provoca una puesta en marcha de los mecanismos de defensa naturales, seguida de una segunda fase de acostumbramiento. Es fundamental atender cuidadosamente estas distintas fases para obtener las máximas ventajas y evitar posibles inconvenientes. Este proceder es básico para obtener los mejores resultados de una cura climática.

Cuba se caracteriza por ser una isla con clima cálido y temperaturas elevadas durante todo el año, con predominio de climas de llanura y marítimos, además de poseer bosques y algunas zonas montañosas que pueden ser utilizadas por sus características como estaciones climáticas, entre ellas está Topes de Collantes, ubicado en la provincia de Sancti Spíritus, la cual tiene un clima de montaña y forestal de gran utilidad, en cuanto al clima marítimo y costero existen muchas playas con condiciones para la talasoterapia como la playa de Varadero y un gran número de cayos con posibilidades para aplicar turismo de salud.

HELIOTERAPIA

La helioterapia se ocupa de la posible utilización de las radiaciones solares con fines terapéuticos. Por consiguiente, no es su objeto la mera y normal utilización y sometimiento a la acción solar, sino su aplicación reglada y controlada para alcanzar determinados fines terapéuticos. Este proceder es siempre complejo, puesto que, normalmente a la acción solar se unen circunstancias climáticas y ambientales, siempre actuantes. Este conjunto helio-climático-ambiental es el propio de la helioterapia y es difícilmente sustituible por medios artificiales, aunque estos puedan proporcionar radiaciones similares a las solares.

La radiación solar que alcanza el planeta Tierra es la suma de la luz solar directa, tamizada por su paso a través de la atmósfera, la radiación difusa celeste y la radiación reflejada en montañas, bosques, mares, etc. Por lo tanto, la radiación solar que puede recibirse en un determinado lugar es de características peculiares, si bien puede admitirse que, por término medio, la radiación recibida está compuesta de luz visible de 400 a 760 nm (lo que

booksmedicos.org

supone el 40 % de la radiación total), de luz infrarroja de más de 760 nm (aproximadamente el 59 % de la energía total) y de luz ultravioleta de 200 a 400 nm (aproximadamente el 1 % de la radiación total).

A la superficie terrestre solo llegan las radiaciones de más de 200 nm, puesto que las de longitud de onda inferior son absorbidas en las capas altas de la atmósfera y dispersadas por las moléculas gaseosas; los rayos infrarrojos son menos absorbidos que los ultravioletas y su riqueza aumenta con la altitud del lugar. También la radiación difusa varía de unos lugares a otros: es más elevada con los cielos nubosos, en la llanura y a orillas del mar, y disminuye a medida que es mayor la altitud del lugar.

Diferentes tipos de rayos solares

UVC	200-290 nm	Destruyen tejidos
UVB	290-320 nm	Sintetizan vit D
UVA	320-400 nm	Bronceado
Luz sensible	400-760 nm	Luz
IR cercano	760-1500 nm	Temperatura
IR medios	1500-5600 nm	Absorbidas por piel
IR lejanos	5600-1mm	Absorbidas por piel

Se admite que, de la totalidad de la radiación solar recibida por la Tierra, el 36 % se difunde, el 44 % se transmite y el 20 % se absorbe. Hay que tener en cuenta que, del total de la radiación difundida y transmitida, solo el 40 % llega al suelo.

Por otra parte, la inclinación del eje terrestre, la excentricidad de la órbita y la esfericidad de la Tierra hacen que sea diferente la radiación recibida en sus distintos sectores y determinan la desigualdad entre días, meses, años, estaciones, etc.

Los distintos tipos de radiación solar influyen de manera diferente en los distintos tejidos del organismo. Así, de la radiación infrarroja, la comprendida entre 760 y 1 500 nm penetra en los tejidos, pero es escasamente absorbida, en tanto que la de más de 1 500 nm es ampliamente absorbida por las células epidérmicas y dérmicas. Las radiaciones ultravioletas de menos de 400 nm son las más activas y determinan gran parte de las alteraciones biológicas producidas por la radiación solar. Concretamente, las comprendidas entre 400 y 320 nm facilitan la formación de melanina y la pigmentación cutánea, y las radiaciones entre 320 y 290 nm son responsables de las quemaduras solares y del paso de provitaminas a vitaminas D_2 y D_3.

booksmedicos.org

Efectos de las radiaciones solares

La reacción del organismo durante la helioterapia depende de la influencia simultánea de los rayos IR, visibles y UV. De este modo se explican las fases de reacción que se caracterizan al principio por reacciones locales como la hiperemia (por rayos IR y luz visible), posteriormente, al cabo de 2 h aparece el eritema (por los rayos UV). Esta última reacción conlleva a la pigmentación y bronceado de la piel (acúmulo de melanina), siendo esta una reacción defensiva de la piel ante la exposición a radiación. La reacción local por la irritación de receptores de la piel, impulsa o desencadena cambios reflejos y el fortalecimiento de los procesos humorales en el organismo.

La luz visible constituye la gama del espectro perceptible por la retina humana. En condiciones normales, comprende longitudes de onda desde 780 hasta 400 nm, situados entre la radiación IR y UV. La luz blanca*f* es, en realidad, una mezcla de los diferentes colores (los del espectro visible), cada uno de ellos con diferentes longitudes de onda. Normalmente, se habla de los 7 colores espectrales: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, añil y violeta. Éstos son distinguibles con cierta facilidad en la descomposición de la luz blanca, tanto de forma artificial, utilizando un prisma, como natural, cuyo ejemplo más conocido es el arcoiris.

Los efectos biológicos de las radiaciones ultravioletas son fundamentalmente fotoquímicos y fotobiológicos, participando en diferentes procesos metabólicos dentro de los cuales, el más destacado, es su influencia sobre el metabolismo de la vitamina D y la mineralización ósea.

Los productos de disociación de proteínas coaguladas, altamente activos y formados bajo la acción de rayos UV, ingresan en el torrente circulatorio y se dispersan por toda la economía, ejerciendo influencia sobre órganos y sistemas aislados, se estimulan procesos de intercambio, procesos fermentativos y se activan procesos inmunológicos.

Las radiaciones solares pueden determinar sobre el organismo efectos locales y generales. Las radiaciones de longitud de onda superior a 760 nm, cercanas - por lo tanto - al espectro visible, alcanzan el tejido celular subcutáneo y producen un aporte de energía que se degrada en calor, con la consiguiente elevación de la temperatura y liberación de sustancias leucotónicas y vasodilatadoras; sus efectos dependen de la sensibilidad y capacidad de respuesta del individuo irradiado.

El aumento de la temperatura, la vasodilatación y la turgencia tisular condicionan el denominado eritema solar, que suele alcanzar su mayor intensidad

booksmedicos.org

12-14 h después de la exposición al sol. Normalmente, no pasa de ser una inflamación ligera, si bien las exposiciones muy prolongadas pueden producir quemaduras que no suelen superar el segundo grado.

Son también importantes las respuestas sudoral y pigmentaria cutáneas, si bien esta última puede depender directamente de la radiación ultravioleta ente 320 y 400 nm o ser consecutiva a la evolución del eritema solar.

La radiación solar puede producir efectos generales, entre los que destacan: elevación de la temperatura corporal, sudación profusa, vasodilatación periférise, hipotensión, estímulo metabólico de la actividad tiroidea y de las glándulas sexuales, taquicardia, polipnea, excitación psíquica, etc.

La irradiación solar puede determinar respuestas anormales o patológicas locales y generales. Entre las respuestas anormales locales destaca el eritema solar acentuado, de considerable componente inflamatorio, abundante exudación y vesiculación; puede determinar secundariamente pigmentación y hasta necrosis de la piel y tejidos subyacentes.

Entre otras reacciones anormales, hay que considerar las dermatosis eccematoides, frecuentes en los individuos que se someten con frecuencia y tiempo prolongado a la radiación solar, como es relativamente habitual en labradores, marineros, etc., pero también puede presentarse en personas de piel muy sensible. Los fenómenos oculares, como deslumbramientos, conjuntivitis, moscas volantes y hasta cegueras permanentes, también se pueden presentar.

Otras reacciones anormales importantes son el xeroderma pigmentario y la dermatitis, así como diferentes modalidades de cuadros de fotosensibilización y dermatosis fotoalérgicas.

Entre las reacciones anormales generales ante la exposición a las radiaciones solares se pueden citar: hipertermia, taquicardia, taquipnea, molestias generales y, muy destacadamente, el denominado "golpe de calor" o insolación, debido al calor difuso excesivo, especialmente si el grado de humedad ambiental es elevado; sus manifestaciones consisten en: cefalea, vértigos, náuseas, hiperpirexia, polipnea, hipotensión e incluso pérdida de la conciencia. Estos cuadros requieren especial atención y en las formas graves, el ingreso en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI).

Finalmente, es también destacable el hecho de que la exposición al sol excesiva y continuada puede ser determinante del envejecimiento de la piel e

booksmedicos.org

incluso, de la formación de queratosis, excrecencias verrugosas y el denominado epitelioma actínico, consecuencia de la excesiva irradiación ultravioleta entre 290 y 320 nm, que puede determinar alteraciones estructurales en el ADN de los núcleos de los queratinocitos.

Consideraciones terapeúticas

Para evitar trastornos y alteraciones es siempre conveniente determinar la sensibilidad a la luz solar de los pacientes que vayan a someterse a curas helioterápicas, puesto que es variable con la pigmentación de la piel, grosor de esta, equilibrio endocrino, etc. Fitz-Patrick y Pathak han reconocido los siguientes fototipos:

- Pieles muy sensibles: escasa pigmentación y ojos azules. Se queman y no se pigmentan.
- Sensibles: tez clara y ojos claros. Se queman fácilmente y se pigmentan poco.
- Medias: raza blanca en general. Se queman moderadamente y se pigmentan discretamente.
- Tipo de piel mediterránea y oriental: se queman poco y se pigmentan fácil e intensamente.
- Negras: no sensibles. No se queman nunca.

Es posible determinar la sensibilidad a la luz solar mediante pruebas especiales, fototest, etc., puramente cutáneos o más generales, pero siempre son convenientes para evitar trastornos.

En cuanto a la metodología que hay que seguir en helioterapia, puede resumirse estableciendo que, en aplicaciones sobre zonas reducidas, basta con exponer la correspondiente región desnuda a la radiación solar durante tiempos crecientes, normalmente 5 min por día; las aplicaciones pueden repetirse 2 o 3 veces cada 24 h.

Los tratamientos generales exigen mayores cuidados. Es recomendable implantar pautas progresivas con arreglo a determinados esquemas: el de Rollier aumenta 5 min de exposición cada 24 h, inicia la cura por los pies, seguidos de piernas, caderas y tronco, preservando siempre cuello y cabeza, y sin permanecer en ninguna región más de 40 min (Fig. 4.1). Variantes de este esquema son los de Brody y Heckel, entre otros, pero todos son semejantes en su carácter progresivo y tiempo de aplicación.

booksmedicos.org

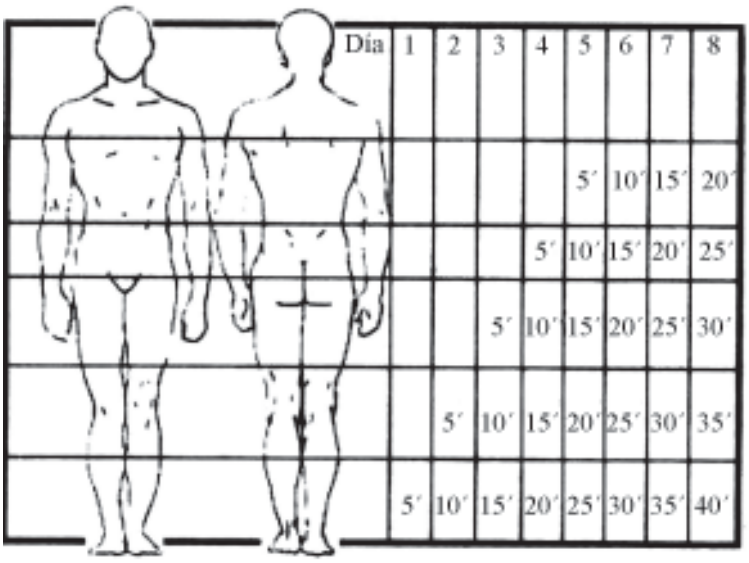


Fig. 4.1. Esquema de Rollier.

Indicaciones

- En procesos reumáticos.
- En afecciones musculares y nerviosas.
- En ciertos trastornos metabólicos, especialmente en raquitismo, obesidad y gota.
- En ulceraciones atónicas.
- En cicatrización de heridas cutáneas.
- Convalecencias.
- Estados deficitarios de las defensas naturales.
- En determinados procesos cutáneos, particularmente en psoriasis, en sus formas eritemato-escamosas evolutivas.
- La helioterapia en la montaña, entre 890 y 1 200 m, es muy favorable en tuberculosis osteoarticulares, ganglionares y hasta peritoneales y cutáneas, en tanto que en las pleuropulmonares evolutivas y febriles la helioterapia está contraindicada.
- En clima marítimo, la helioterapia encuentra principal indicación en las tuberculosis ganglionares y osteoarticulares, en particular en las formas cerradas.

Contraindicaciones

- Las afecciones graves cardíacas.
- Insuficiencia hepática.

booksmedicos.org

- Insuficiencia renal.
- Hipertensión grave.
- Tuberculosis pulmonar evolutiva.
- Todos los estados febriles.

TALASOTERAPIA

La utilización con fines terapéuticos del agua del mar y de los diversos factores climáticos y ambientales marinos constituye la talasoterapia (del griego, thálassa, mar, y *therapeia*, tratamiento o curación), neologismo propuesto por La Bonnardiere en 1867 y admitido con posterioridad internacionalmente. Incluye el uso de diferentes factores climáticos, balneológicos, e hidroterapéuticos relacionados con la estancia a orillas del mar, todo con el objetivo de la recuperación y el restablecimiento de la salud.

La historia de la talasoterapia es paralela a la historia de las aguas termales.

- Existen escritos de Hipócrates que recomiendan la utilización del agua del mar como terapia para algunas dolencias.
- En Egipto se utilizaba la talasoterapia, y aparecieron papiros en los que se hablaba del poder del clima y los lodos del Nilo.
- En la época romana tiene su auge la talasoterapia. Al igual que el termalismo, las conocidas termas romanas y el estudio de nuevos tratamientos con aguas minero medicinales repercuten en el estudio y aplicaciones marinas.
- En la época medieval comienza a decaer su utilización hasta llegar al siglo XVIII, que renace el interés por la hidroterapia y se crean nuevas técnicas de aplicación con agua de mar.
- En el siglo XIX se comienza a utilizar la talasoterapia en el sector turístico, lo que promueve el mayor conocimiento de esta técnica y aumento de su demanda, así aparecieron las grandes villas de salud, en las que se aplicaba esta técnica al igual que el termalismo.

Propiedades de la talasoterapia

En talasoterapia es factor básico el agua marina, pero son muy importantes las técnicas seguidas en su utilización, así como los productos relacionados con estas aguas, como mucosinas, algas, placton, sedimentos, limos o lodos, arenas, etc.

El agua marina es un agua fuertemente mineralizada, con un promedio de 35 g/dm^3 en los mares cubanos; predominan el ion cloruro y el ion sodio, pero

booksmedicos.org

es también considerable el contenido en sulfato y magnesio, y están presentes - aunque sea en baja proporción - la mayor parte de los elementos mineralizantes terrestres. Es destacable la relativa constancia de la composición de las aguas de los distintos mares.

La composición del agua de mar es similar a la del plasma sanguíneo. Esto hace que por medio de la absorción osmótica el organismo recupere su equilibrio. Este proceso natural ocurre en todas las células vivas y se basa en el flujo de agua por difusión desde zonas donde se encuentra relativamente pura, con baja concentración de sales, a zonas donde se encuentra con alta concentración, a través de una membrana semipermeable. El resultado final es el equilibrio de concentraciones entre los 2 medios.

En las aguas marinas, es también importante su contenido en gases (nitrógeno, oxígeno, carbono, gases raros, etc.) y materia orgánica: mucosina, flora y fauna, constituyentes del plancton marino o conjunto de microorganismos flotantes, vegeto animales, del que se ha llegado a decir que es el condicionante de la vida en mares y océanos.

Las aguas marinas lejos de las costas, solo excepcionalmente, tienen bacterias patógenas, pero son numerosas las no patógenas; se ha destacado su poder antibiótico, así como el hecho de que en esta agua es difícil el desarrollo de floras patógenas, ya que constituyen un medio inadecuado para su cultivo.

En talasoterapia, es fundamental el agua marina, pero también hay que considerar:

Algas marinas. Toman del agua marina los elementos minerales que precisan para su crecimiento, naturales o desecadas y pulverizadas e incorporadas al agua del baño o en aplicación tópica, pueden ejercer efectos terapéuticos importantes. Las algas marinas se nutren del mar, almacenando todo tipo de sustancias marinas y siendo portadoras de vitaminas A, B, C, E, F y K, un alto contenido en hierro y calcio, proteínas y un gran número de minerales. La aplicación de las algas va a suministrar al organismo sustancias marinas y vitaminas, pero además tienen propiedades antibióticas, antitumorales, antioxidantes, antivirales y retrasan el envejecimiento cutáneo. El aire del mar, saturado de microgotas de agua de mar, es rico en ozono y yodo, con propiedades antibióticas, relajantes y que aumentan las defensas del organismo.

Las algas producen el 70 % del oxígeno de la tierra, sin ellas los seres humanos no tendrían suficiente aire para respirar. Constituyen la mayor vegetación de la flora marina, existiendo más de 20 000 variedades en los océanos. Su

booksmedicos.org

hábitat comprende desde la superficie del mar hasta solo 8 m de profundidad, pues necesitan la luz solar para sintetizar las sustancias orgánicas. Actuando como una pequeña usina química, son capaces de concentrar los minerales, vitaminas, oligoelementos y proteínas disueltas en el agua de mar y que absorben por ósmosis, hasta 4 000 veces. Con las proteínas se forman sustancias gelificantes. Concentran selectivamente diferentes sustancias, según la variedad de alga.

El análisis de la composición de las algas revela la presencia de vitaminas, sales minerales, proteínas, fibras y pigmentos. La concentración de oligoelementos en las algas marinas es 10 veces superior a la de las plantas terrestres.

En función de su profundidad y, por tanto, de su color, se clasifican en 4 grandes grupos:

Algas azules: son microscópicas y unicelulares; entre estas destaca la espirulina, que se halla en la superficie del mar. Esta especie, en forma de espiral, contiene más de 250 componentes distintos, si bien el 70 % de ellos son proteínas. Además posee una amplia variedad de activos con los que es capaz de aportar hidratación y regeneración a la piel, así como de disminuir la producción de sebo y, por tanto, evitar la seborrea en el cuero cabelludo.

El extracto de las cianofíceas posee una gran capacidad regeneradora de los fibroblastos, células fundamentales de la dermis. Los fibroblastos disminuyen la actividad metabólica de la piel, fabrica menos colágeno y elastina y las defensas cutáneas pierden eficacia dejando un campo perfecto para la actuación de los radicales libres.

Algas verdes: la ulva lactuca, claro ejemplo de alga verde que crece en la superficie del mar (en marea alta), es la que más fácilmente se puede manipular, por lo que se emplea en la mayoría de los productos cosméticos. Sus acciones se resumen en hidratante, relajante, antiestrés, dietética.

Algas pardas: este tipo de algas contribuyen a frenar el proceso de envejecimiento. Son las más ricas en aminoácidos, vitaminas y minerales. Entre estas, que se encuentran adosadas a las rocas, la más importante es el *fucus vesiculosus*, que interviene en la estimulación de los fibroblastos de las células responsables de la síntesis del colágeno de la piel. Debido a su contenido en yodo, estimula la tiroides y, por su riqueza en oligoelementos, refuerza el sistema vascular y combate las retenciones de líquidos.

booksmedicos.org

Algas rojas: viven en las mayores profundidades del mar como la *delesseria sanguínea*. Por su similar composición a la del líquido intercelular de la piel, esta especie se incorpora a los cosméticos con el fin de favorecer la regeneración de las células.

Algas Gigartina: son extraídas del mar, de una profundidad de entre 15 y 30 m. Estas algas son empleadas por los mejores Spa a nivel mundial en tratamientos de estrías, reafirmantes y reductores, humectantes, etc. Son ricas en minerales, proteínas y vitaminas, también contienen fósforo, magnesio, potasio, yodo, calcio, y por tener mucha vitamina A, E y B_{12} es un antioxidante por excelencia.

Productos de las algas:

- Fucus. Es una de las algas más utilizadas en cosmética. Sus beneficios se basan en su alto contenido en yodo. Tiene efecto drenante.
- Algogen. Colágeno derivado de algas marinas que proporciona un óptimo nivel de emoliencia a los cutis secos.
- ADN vegetal. Esta macromolécula se extrae de las algas y tiene un fuerte poder hidrófilo de acción hidratante y efecto lifting.
- Fito-plancton. Formado por algas microscópicas que contienen elementos muy valiosos para la reafirmación de los tejidos. Tiene propiedades hidratantes.
- Aosaína. Activo extraído del alga verde *Ulva luctuca*. Inhibe la acción de la elastasa, con lo que asegura la elasticidad de los tejidos.
- Gerarlg. Se extrae del alga roja *Chondrus crispus*, rica en polisacáridos, con acción filmógena, tensora e hidratante.
- Phycol. Activo extraído del alga *Pelvetia canaliculata*. Es hidratante y calmante.
- Laminaria digitata. Esta alga se utiliza en cosmética por su alto contenido en vitaminas, sales minerales y aminoácidos que la convierten en un excelente exfoliante, tónico, limpiador, hidratante y antiedad.
- Desseria sanguínea. Alga roja de alto poder hidratante y estimulante de la actividad celular.
- Extractos de algas marinas. Contienen polisacáridos y compuestos minerales como el hierro, cobre, zinc y magnesio. Proporcionan a la piel suavidad, elasticidad e hidratación.
- Rhodysterol. Se extrae del alga *Gelidium cartilagineum*. El ingrediente principal de este activo es un esterol de efecto venotónico, hidratante y calmante.

booksmedicos.org

Aguas madres. Obtenidas a partir del agua marina por evaporación natural o provocada y ulterior extracción de las sales precipitadas, lo que implica que el residuo acuoso difiera considerablemente del agua de partida y sus posibles acciones terapéuticas sean diferentes (Fig. 4.2).

Fig. 4.2. Aguas madres.

Limos y lodos marinos. Pueden considerarse auténticos peloides de elevada acción termógena, una vez que hayan sido adecuadamente termalizados.

Arenas marinas. Son destacables su elevada permeabilidad, porosidad y termopexia; se comportan como agentes termógenos y ofrecen la considerable ventaja de permitir que se mantenga el intercambio normal con la atmósfera del revestimiento cutáneo, recubierto de arena y sometido a la acción solar.

booksmedicos.org

Finalmente, el **aire marino**, con su movimiento y sus aerosoles, es también un factor importante en la acción talasoterápica.

Premisas fundamentales para definir una institución como Centro de talasoterapia:

- El centro debe estar emplazado en un lugar de clima marino.
- Debe trabajarse con agua de mar viva.
- Contar con un staff profesional con supervisión médica.
- Disponer de una infraestructura y equipamiento adecuados para aprovechar los beneficios del mar en la salud de las personas.

Técnicas de aplicación de talasoterapia

En cuanto a las prácticas talasoterápicas, es preciso considerarlas directamente condicionadas por la utilización del agua marina y sus productos directamente dependientes, así como la climatoterapia marina.

Entre las prácticas hidroterápicas, son particularmente destacables las balneoterápicas, ya se produzcan directamente en el mar o en bañeras, tanquetas o piscinas, con el agua marina sin alteración alguna o calentada convenientemente, y hasta con la incorporación de algas, aguas madres u otros productos.

Una de las prácticas más frecuente es la balneación en el agua marina fría, en la playa o costa, donde es aconsejable que la inmersión en el agua se preceda de ejercicio físico. Estas aplicaciones son esencialmente estimulantes y es frecuente que el primer contacto con el agua fría determine un primer escalofrío*f*, que se puede considerar favorable, ya que supone la puesta en marcha de los mecanismos de defensa del organismo, en particular vegetativos y endocrinos. Pero si el baño se prolonga desmedidamente, puede producirse el denominado segundo escalofrío*f*, que manifiesta el agotamiento de la respuesta defensiva y que, por tanto, se debe evitar; si se produce, suspender inmediatamente el baño.

Los baños con agua calentada, de ordinario entre 32 y 42 °C y de 10 a 20 min de duración, son de efectos opuestos a los del agua fría: producen vasodilatación periférica, polipnea, taquicardia, sudación profusa, relajación muscular, analgesia, etc., también hay que considerar la transmineralización a través de la piel.

Los baños en bañera, tanqueta o piscina permiten alcanzar no solamente efectos térmicos sino también los propios de todas las técnicas hidroterápicas, condicionados por la presión hidrostática, principio de flotación, proyección

booksmedicos.org

del agua, etc. (Fig. 4.3). Por otra parte, la posible incorporación de algas, aguas madres u otros productos que elevan o modifican la concentración en sales marinas puede potenciar los efectos sedantes, antiinflamatorios, etc., de estos baños.

Fig. 4.3. Baños en tanques o piscina de agua de mar.

Las duchas o chorros a temperatura y presión distintas, según sean los efectos perseguidos, pueden ser desde fríos hasta hipertermales y de corta o larga duración: esta es, en general, tanto más corta cuanto más extremas sean la presión y la temperatura. Las duchas frías y a presión elevada son estimulantes, las de temperatura indiferente y baja presión son sedantes y las hipertermales son esencialmente vasodilatadoras y analgésicas.

Modalidades importantes de las duchas son las denominadas subacuáticas y las duchas masaje, en las que se producen los efectos propios de la percusión sobre la zona en tratamiento.

Con menos frecuencia se recurre en talasoterapia a la aplicación de compresas, fomentos, abluciones, irrigaciones, inhalaciones, etc., que en determinados casos y procesos pueden ser útiles y constituyen parte importante de las aplicaciones en la considerada cura de Kneipp*f*.

El agua de mar captada a 100 o más metros de la costa puede ser utilizada en bebida, directamente o adicionada a jarabes, zumos, etc., en dosis promedio de 30 a 60 mL, antes de las comidas, en casos de dispepsias hiposténicas, trastornos de la nutrición, distonías neurovegetativas, etc.

También se utiliza, aunque con poca frecuencia, la administración de agua marina por vía subcutánea, captada lejos de la costa y filtrada y esterilizada; no es aconsejable inyectar más de 20-25 mL. Se recomienda en casos que precisen de efectos estimulantes, fortificantes, contra el estrés, etc.

booksmedicos.org

Fases del tratamiento

En la aplicación de la talasoterapia pueden apreciarse diferentes fases del tratamiento.

Primera fase (fase de enfriamiento inicial). Caracterizada por espasmos de los vasos sanguíneos superficiales y vasodilatación de los profundos, desencadenamiento del reflejo pilomotor que pone la piel como carne de gallina*f*, escalofríos, temblor, disminuye la frecuencia cardíaca y respiratoria.

Segunda fase (fase de reacción). Se manifiesta una sensación de calor, enrrojecimiento de la piel por aumento de la irrigación sanguínea (hiperemia), y activan los mecanismos de producción de calor para la termorregulación, se acelera la respiración por lo que aumenta 3 veces el consumo de oxígeno. Si esta fase se prolonga en el tiempo aparece una tercera fase.

Tercera fase (segundos escalofríos). Se produce por desgaste o fallo de los mecanismos de termorregulación. Se produce hiperemia pasiva, cianosis, y otros fenómenos patológicos. No se realizan baños en un agua con temperatura inferior a los 20 °C.

Técnicas relacionadas con las prácticas enumeradas

Algoterapia. Se utilizan algas marinas frescas o desecadas. Se incorporan al agua calentada de la bañera o se aplican directamente en forma de cataplasmas. Su más destacada acción es potenciar los efectos de la talasoterapia en procesos cutáneos, hipofunciones glandulares, desnutrición, insuficiencias glandulares, etc. (Fig. 4.4).

Peloidoterapia y psammoterapia. Son básicamente de acción termoterápica, ya que la arena marina retiene el calor procedente de la radiación solar y alcanza hasta 60 °C de temperatura, pero su interés radica en que el paciente recubierto de arena sobrecalentada conserva su poder de transpiración y de intercambio térmico. Se utiliza en procesos reumáticos crónicos, envejecimiento condroarticular, lesiones musculares, secuelas postraumáticas, etc.

Indicaciones. Las indicaciones de la talasoterapia son muy numerosas, ya que sus más destacados factores integrantes son el agua marina, las técnicas hidroterápicas y el clima marino, todos siempre actuantes y dotados de acciones diversas sobre el organismo.

- Factor analgésico, produce una disminución del dolor tanto a nivel general como en zonas concretas del cuerpo.

booksmedicos.org

- Está indicada en procesos crónicos o agudos del aparato locomotor, como reumatismos crónicos, osteoporosis y patología de la columna vertebral.
- A nivel del sistema circulatorio, principalmente patología circulatoria periférica.
- Posoperatorios, traumatismos, patología respiratoria, afectación neurológica, secuelas de poliomielitis, hemiplejías, polineuritis o cualquier tipo de patología en la que esté indicada la recuperación funcional.
- En patología del sistema respiratorio, indicado para procesos asmáticos y faringitis.
- En patologías del aparato locomotor y sistema músculoesquelético, está indicado para la disminución de edemas.

Fig. 4.4. Aplicación de algoterapia.

- A nivel dermatológico, indicado para la psoriasis.
- A nivel ginecológico, los problemas de menopausia y pubertad.
- Pero no solo está indicado en procesos físicos. Una de las indicaciones principales de la talasoterapia es la relajación, problemas de estrés, depresiones, insomnio y fatiga. Esto se produce porque, a las características físicas que aporta un tratamiento de talasoterapia, hay que añadir el entorno, el aire, el sol, la tranquilidad que da el mar, factores que ayudan en este tipo de tratamiento.
- A nivel de prevención no se debe olvidar que la talasoterapia ayuda a ralentizar la aparición de procesos reumáticos e incapacidades físicas.
- En estas curas ha alcanzado particular relevancia su eficacia en los casos de pérdida o disminución del vigor físico y de la capacidad defensiva general, al favorecer la puesta en forma*f* y la recuperación del estado de normalidad física y psíquica.

En general, las curas talasoterápicas adecuadamente programadas y dirigidas son bien toleradas por todos los individuos y a todas las edades, siempre que no padezcan trastornos que contraindiquen su empleo. En los niños y personas de avanzada edad debe extremarse la vigilancia y control.

booksmedicos.org

Los niños toleran bien las prácticas talasoterápicas prudentemente prescritas y aplicadas. Se debe prestar atención extrema en los casos de los menores de 4 años, pero a partir de esta edad la tolerancia suele ser excelente y los resultados muy favorables, en particular en el estímulo de los mecanismos normales de defensa, retrasos del crecimiento, convalecencias, anorexias, estados disreaccionales en sus diversas manifestaciones, etc.

En los ancianos sin trastornos graves de salud y sin patologías sobreañadidas, la talasoterapia prudente es perfectamente tolerada, pero se debe aplicar atendiendo cuidadosamente la respuesta individual, puesto que el envejecimiento conlleva disminución en la capacidad de respuesta y de resistencia a las agresiones, por ligeras que puedan ser. En estos individuos, la talasoterapia puede hacer más llevaderas las minusvalías.

En las edades avanzadas, la patología suele ser múltiple, de ahí el interés de las prácticas talasoterápicas, crenoterápicas, que promueven respuestas generales del organismo. Las casuísticas de los centros geriátricos acreditan la mayor frecuencia de las afecciones del aparato locomotor de carácter degenerativo, las de aparato respiratorio, vascular y urinario; ocupan un lugar destacado los trastornos afectivos y las minusvalías sensoriales.

Contraindicaciones

- Crisis aguda de asma bronquial.
- Epilepsia.
- Enfermedad cerebrovascular en estadío agudo.
- Estados fóbicos.
- En individuos que padezcan graves deterioros funcionales orgánicos.
- Procesos cancerosos.
- Cardiopatías descompensadas.
- Hipertensiones graves.
- Procesos vasculares en fase evolutiva.
- Insuficiencias renales o hepáticas.
- Procesos febriles agudos o en fase evolutiva.
- Personas hiperexcitables o que padezcan procesos psicopáticos graves.

PELOIDES

Por peloides (del griego pelos que significa fango, barro), se entienden los productos naturales (básicamente los sedimentos) que se depositan en el fon-

booksmedicos.org

do de los lagos, pantanos, salinas, bahías y deltas, compuestos por agua y sustancias orgánicas e inorgánicas, formando una masa finamente homogénea, plástica, con determinadas propiedades térmicas, físico-químicas y otras.

En diferentes países, estos sedimentos han recibido varias denominaciones, por ejemplo, en Rusia, se llaman fangos; en Grecia, peloides, en Italia, fangos; en Suiza, gyttia; en Alemania, schlamme, moore; en Inglaterra, mud, peat y en Francia, boues.

Con el objetivo de unificar todas estas denominaciones, la Sociedad Internacional de Hidrología Médica (I.S.M.H.), propuso en el año 1938, la denominación internacional de Peloides*f*.

Los fangos mineromedicinales se han utilizado desde la antigüedad y este fenómeno no resulta ya un misterio para la comunidad científica; al contrario, constituye un importante recurso que todos deben estudiar y conocer para su adecuada utilización.

En la actualidad, un grupo de instituciones europeas se encuentra investigando las propiedades del fango: ejemplo de ello son el Instituto de Balneología, Fisioterapia y Rehabilitación de Bulgaria; la Universidad de Montpellier de Francia; el Centro Científico de Rehabilitación de Eupatoria; la Academia de Ciencias de Medicina tradicional de Pyongyang.

En el Centro Nacional de Rehabilitación Julio Díaz*f* se han realizado más de 10 investigaciones por ensayos clínicos para valorar los efectos terapéuticos de los fangos de las salinas Bidos en la provincia de Matanzas y 9 de Abril de Villa Clara, en gonartrosis y otras osteoartritis con resultados satisfactorios en más del 85 % de los pacientes en los cuales desaparecieron los síntomas dolorosos inflamatorios y de limitaciones articulares. Por intermedio de sus investigaciones han podido demostrar los efectos terapéuticos de los fangos, las salmueras*f* y las aguas madres*f*.

Pero a pesar de estos esfuerzos, es muy frecuente que algunos profesionales aún no conozcan las indicaciones adecuadas al respecto, y por ello la importancia de este, en relación con dicho recurso natural.

La formación de los peloides ocurre bajo la influencia de varios factores naturales, tales como los geológicos, climáticos, hidrológicos, biológicos y varios procesos físico-químicos que interactúan entre sí. Ahora bien, ningún sedimento adquiere la condición de Peloide*f*, mientras no alcance una adecuada maduración que le otorgue las condiciones óptimas para ser utilizado como medicamento o cosmético.

booksmedicos.org

Una peculiaridad a tener en cuenta es que los peloides se forman siempre en un medio acuoso tales como los océanos, los mares, las salinas, los lagos, las bahías, los deltas de los ríos, los pantanos, así como en las regiones de volcanismo activo, donde se forman los fangos hidrotermales, y se cuentan como ejemplo, los volcanes de lodo en México, Nicaragua y Colombia, entre otros.

Una salina se define como un depósito de agua de mar, mediante la evaporación solar, se forma la sal contenida en ella, compartimentada natural o artificialmente en diferentes lagunas, y se controla su proceso hasta la sedimentación, por la densidad de las salmueras. Paralelamente y como resultado de estos y otros procesos físico-químicos y microbiológicos se van formando limos medicinales en el fondo de los mismos.

Los peloides de las salinas pertenecen al tipo de limo sulfurado de lagunas costeras. Estos varían según 4 índices que determinan sus propiedades físico-químicas y medicinales, que a saber, son:

1. Contenido total de sulfuros.
2. Mineralización de la fase líquida del peloide (agua contenida en el sedimento).
3. Contenido iónico de la solución fangosa (fase líquida).
4. Calidad microbiológica.

En resumen, los principales recursos que se encuentran en las salinas y que se forman naturalmente, sin afectar las producciones de sal, son:

- El limo sulfurado.
- Las salmueras.
- Las aguas madres.
- Las microalgas.

Características principales

Desde el punto de vista estructural, los peloides representan en sí un sistema físico-químico complejo, compuesto básicamente por 3 partes íntimamente relacionadas entre sí: la fase líquida, que es la solución acuosa, la fase sólida, compuesta por partículas gruesas y el complejo coloidal, compuesto por partículas muy finas.

La fase líquida de los peloides se compone de agua y sales disueltas en ella, materia orgánica y gases; frecuentemente posee una alta concentración y

booksmedicos.org

está saturada con diferentes sales que cubren a las partículas sólidas. El contenido de esta fase en los diferentes tipos de peloides varía considerablemente, y oscila desde el 25 % hasta el 97 % de su peso.

La concentración de sales en la fase líquida o solución acuosa de los peloides (que no es otra cosa que el valor de la mineralización) puede variar en un amplio rango: desde 0,01 gr/L (en las turbas y los sapropeli) hasta 350 gr/L (en los fangos sulfurados de las salinas), inclusive se puede dar el caso de que en los límites de grandes acumulaciones de fango (yacimientos), la mineralización de la fase líquida puede variar de 2 a 5 veces en diferentes áreas. Las causas pueden ser diversas: entradas de agua, etc.

El pH puede variar desde muy ácido (en las turbas el pH = 1,5 - 2,0) hasta muy básico pH = 8,0 - 9,5 (en los fangos sulfurados).

La fase sólida, en su fracción gruesa, es el esqueleto o armazón de los peloides; incluye partículas de silicatos (con diámetros superiores a 0,001 mm), yeso, carbonato y fosfato de calcio, carbonato de magnesio y otras sales, así como restos orgánicos. Mientras más pequeñas sean las partículas presentes en los peloides, mejor será la calidad de los mismos. La presencia en estos de partículas sólidas con diámetros superiores a los 0,25 mm, determina la composición mecánica o granulométrica cuya proporción en los peloides de buena calidad no debe ser superior al 3 %.

En los fangos sulfurados la materia orgánica puede alcanzar de 1 a 5 %, en casos muy particulares puede llegar al 10 - 15 % (en los fangos transicionales).

La materia orgánica contenida en los peloides se compone básicamente de sustancias húmicas y bitúmenes; en las turbas, en gran medida, estas son lignina y celulosa. La presencia en los peloides de sustancias enzimáticas le confiere a los mismos sus propiedades antibacteriales.

Los elementos biógenos participantes en los procesos bioquímicos, constituyen una parte importante de los peloides. Ejemplo de estos elementos son los compuestos de nitrógeno, carbono, hierro, fósforo, sílice, azufre y otros. Estos elementos predeterminan la actividad biológica de los peloides. Algunos de ellos juegan un importante papel en los mecanismos de acción de los fangos. Por ejemplo: el sulfhídrico (H_2S) que puede encontrarse en forma de sulfuros disueltos, en forma de sulfuro molecular libre disuelto en la fase líquida y en forma de compuestos sulfurados de hierro en la fase coloidal de los peloides.

booksmedicos.org

La formación del sulfhídrico y del sulfuro de hierro está íntimamente relacionada con los procesos bioquímicos de la reducción de los sulfatos, que ocurre según el siguiente esquema:

$$CaSO_4 + 2C + H_2O = H_2S + CaCO_3 + CO_2$$

El sulfhídrico formado de esta manera, entra en reacción con el hierro, dando origen, en los peloides, a los compuestos sulfurados (ejemplo: la hidrotroilita) de colores oscuros, característicos para los peloides sulfurados. Ello transcurre según el esquema siguiente:

$$5H_2S + Fe_2O_3 \leftarrow 2Fe(HS)_2 + 3H_2O + S$$

Propiedades

Los peloides presentan diferentes propiedades que son:

Propiedades comunes:

Una elevada capacidad coloidal: lo que trae como consecuencia una alta capacidad de almacenar agua (humedad) y la capacidad absorbente de los peloides, así como la propiedad de los mismos de que, al mezclarse con el agua, formen una masa plástica homogénea.

Las propiedades térmicas: la elevada capacidad térmica y la relativamente baja transmisión de calor, las cuales son propiedades muy importantes en los tratamientos médicos, pues los peloides conservan calor y lo van transmitiendo muy lentamente, lo que hace más efectiva su acción en el organismo humano.

Propiedades específicas:

Plasticidad: en los peloides, como en cualquier otra sustancia, es la propiedad que permite una deformación bajo los efectos de una fuerza mecánica externa sin romper su estructura interna y manteniendo su forma original después de cesar dicha fuerza. La plasticidad de los peloides depende del contenido de agua y del porcentaje de fracciones muy finas. Los fangos sulfurados poseen mejor plasticidad que las turbas.

Humedad. se refiere al agua contenida en los peloides, en sus diferentes formas. Esta propiedad varía en amplios rangos para los diferentes tipos de peloides. Los que poseen mayor capacidad de retener o almacenar agua son los sapropelis y las turbas, alcanzando valores de humedad de hasta 97 %; los de menor capacidad son los fangos sulfurados y los limos, con valores de humedad entre el 25 y el 60 %.

booksmedicos.org

Capacidad térmica específica: es la cantidad de calor necesario para calentar 1 g de peloide y subir su temperatura en 1° (cal/gr. grado). La mayor capacidad térmica la poseen las turbas y los sapropelis (alrededor de 1) y la menor, los fangos sulfurados (alrededor de 0,50 - 0,55).

Conductividad térmica: es la cantidad de calor que se traslada en 1 s a través de una sección de 1 cm de fango en una distancia de 1 cm, bajo la acción de una diferencia de temperatura de 1 °. Esta propiedad de los peloides depende de la composición y humedad de los mismos y no es igual para los diferentes tipos. La mayor capacidad térmica la poseen los fangos sulfurados.

Capacidad de retención de calor: es el tiempo (en segundos) por el cual 1 g de peloide disminuye su temperatura en 1 °C; en otras palabras, es la velocidad de enfriamiento de los peloides. Las turbas y los sapropelis son los que poseen la mayor capacidad de retención de calor.

Criterios generales

- El potencial redox, que indica un parámetro de las condiciones físico-químicas en los cuales ocurren los procesos microbiológicos. Para los fangos sulfurados el redox debe ser negativo (entre -150 y -250 mV) que corresponde a un valor de FeS mayor de 0,5.
- Las propiedades bacteriológicas.
- La humedad.
- La presencia de gases en la fase líquida (en primer lugar el H_2S) y la presencia de los iones HS-, S- y de los sulfuros de hierro.

Para Cuba, los peloides que mayor importancia tienen por su utilización en la terapéutica médica en las instalaciones de salud y las de belleza y estética, así como en la elaboración de productos cosméticos, son los fangos o lodos y los limos.

Requisitos físico-químicos

Los requisitos físico-químicos para la evaluación de los limos de salinas cubanas y de todos aquellos cuya fase líquida se encuentre asociada al agua de mar (lagunas costeras, esteros, etc.) y los lodos, son los siguientes:

booksmedicos.org

Características	Parámetros
Componente o fase sólida:	
PH	6 - 8
Potencial REDOX (mV)	< - 100
Masa relativa o peso volumétrico (gr/Kg)	1,2 - 1,6
Humedad (%)	40 - 70
Impurezas mecánicas (granulometría)	≤ 10
Fracción de 0,25 mm (%)	< 0,5
Contenido de H2S (gr/Kg)	
Componente o fase líquida:	
Mineralización (gr/L)	> 12
Sulfatos (gr/L)	> 1
Cloruros (gr/L)	> 6
Calcio (gr/L)	> 0,5
Magnesio (gr/L)	> 0,5
Sodio (gr/L)	> 10
Potasio (gr/L)	> 0,1

Requisitos microbiológicos

Los siguientes indicadores son válidos para todos los tipos de peloides:

Coliformes fecales	< 0,2 NMP/gps (*)	Coliformes totales	< 0,2 NMP/gps
Estreptococos fecales	< 0,2 NMP/gps	Conteo total de bacterias	: 10^4 ufc (**)
Clostridium perfringers	< 0,2 NMP/gps	Salmonella	: Ausencia
Pseudomonas aeruginosa	Ausencia	Conteo de mohos y levadura:	< 10 ufc/gr
Staphylococcus aureus	Ausencia		

(*) gps = gramo de peso seco.
(**) ufc = unidades formadoras de colonias.

Clasificación de los peloides

Se clasifican en 3 grandes grupos de acuerdo al contenido de azufre:

1. Peloides débilmente sulfurados (SH2 hasta 0,5 g/kg)
2. Peloides sulfurados (SH2 = 0.51-1,50 g/kg)
3. Peloides muy sulfurados (SH2 > 1,51 g/kg)

booksmedicos.org

De igual manera, por el valor de la mineralización del extracto acuoso de los peloides, estos se clasifican en 3 grandes grupos que a saber son:

1. Peloides poco mineralizados (M = 12 - 35 g/L)
2. Peloides mineralizados (M = 35 -150 g/L)
3. Peloides muy mineralizados (M > 150 g/L)

En Cuba, en la actualidad existen 21 yacimientos de peloides del tipo limos en salinas y zonas costeras, tanto en la Costa Norte como en la Sur.

Es conocido que los peloides, las salmueras y las aguas madres de la Salina Bidos, en Matanzas, han permitido elaborar una gama de productos cosméticos y además esos mismos recursos de la Salina Bidos han sido aplicados en pacientes con osteoartritis y dermatosis en el Hospital Julio Díaz*f* y según investigaciones médicas realizadas, se han obtenido magníficos resultados.

Los peloides, llamados también sedimentos fangos o lodos han sido objeto de múltiples clasificaciones por autores como, Pisani, Maucher, Scherbakow y otros.

Todos ellos se basan en las características de los componentes sólidos y líquidos, por lo que se ha aceptado internacionalmente la clasificación siguiente.

COMPONENTES

Denominación	Sólidos	Líquidos	Temperatura	Maduración
Fangos o lodos	Mineral	Sulfuradas	Hipertermal	*in sito*
		Sulfatadas	Mesotermal	En tanque
		Cloruradas	Hipotermal	
Limos	Mineral	Agua de mar	Hipotermal	*in sito*
		o lago salado		
Turbas	Orgánico	Alcalina	Hipertermal	Aire libre
		Sulfuradas	Mesotermal	Recinto
		Agua de mar	Hipotermal	cerrado
Biogleas	Orgánico	Sulfuradas	Hipertermal	*in sito*
Otras biogleas	Orgánico	No sulfurada	Hipertermal	*in sito*
			Mesotermal	
			Hipotermal	
Sapropeli	Mixto	Alcalina	Hipotermal	*in sito*
		Sulfurada		
Gyttja	Mixto	Agua de mar	Hipotermal	*in sito*

booksmedicos.org

Fangos o lodos. Su componente sólido es mineral con predominio arcilloso y su componente líquido es agua sulfurada, sulfatada o clorurada. Hay que destacar de los fangos su componente orgánico integrado por fulfobacterias, ferrobacterias, algas, infusorios, protozoos, rotíferos, además restos de vegetales y residuos de seres vivos muertos descompuestos y transformados así como microorganismos del suelo. Entre sus propiedades se destacan su temperatura indiferente que es de 37 °C y su poder de enfriamiento que es relativamente bajo, lo que permite prolongar sus aplicaciones hasta 60 min.

Los limos. Su componente sólido es mineral y está constituido por arcilla, sílice y calizas y el líquido es aguamarina o de lago salado; más rara vez agua mineral. Generalmente el componente sólido proviene del fondo de lagunas o lagos y por ello es rico en cloruros, sulfatos, carbonatos y fosfatos. El componente orgánico es más alto que en los fangos. Sin embargo, las posibilidades de enfriamiento y calentamiento son menores que en los primeros.

Las turbas. Su componente sólido es orgánico, procede de vegetales en vías de descomposición anaeróbica y el líquido suele ser agua mineral clorurada, sulfurada, ferruginosa; puede ser también agua salada de mar y lago e incluso agua dulce. Por la cantidad de procesos anaeróbicos existe tendencia a la composición y alteración de sus propiedades, así como la contaminación por bacterias. Se debe evitar su transporte a través de grandes distancias, así como su conservación por mucho tiempo y su calentamiento excesivo. Cuando su pH sobrepasa 7 debe desconfiarse de ella. Tienen un pH bajo y su índice de enfriamiento es menor al de los restantes peloides. Posee un poder de absorción, astringencia revulsiva y astrigénica. En Cuba se encuentran en la Ciénaga de Zapata. Su poco uso se debe a la fácil contaminación y poca homogeneización.

Biogleas. Tienen un componente sólido orgánico y están formados por amebas, rizópodos y el inorgánico por arena, arcilla y sales minerales. Su constitución predominante son las algas y el componente líquido agua mineral sulfurada y se distingue del resto de los peloides por su color amarillo-rosáceo a verdoso con una consistencia gelatinosa, posee escasa plasticidad y suelen ser radiactivos.

Otras biogleas. Cuando el componente líquido suele ser agua no sulfurada y falta el componente azufrado, se produce esta variedad.

Sapropelli y gyttja. Son peloides mixtos. El componente sólido proviene de los fondos de lagos de agua dulce o lago salado, más rara vez de laguna tubífera que ha sufrido procesos anaeróbicos de descomposición semejantes a los de las turbas. Por ello su nombre de sapropelli; que significa cieno putrefacto. El componente líquido de los sapropelli es agua sulfurada y en la gyttja

booksmedicos.org

se encuentran aguas salinas naturales y muchas veces marinas. Son muy parecidos a los limos pero no son radiactivos.

Como puede observarse, los peloides presentan diferencias caracterizadas entre la parte sólida y líquida pero todos deben tener una masa homogénea compacta.

Características organolépticas

- La plasticidad.
- La homogeneidad.
- La adhesividad.
- El color negro.
- Olor a huevo podrido.

Estos aspectos lo caracterizan a la hora de hacer su determinación *in situ.*

Cuba posee una riqueza muy grande en diversas formas de peloides, pero los de mayor uso desde el año 1979, están dados por los limos, los cuales se encuentran en abundancia en las salinas, y los fangos o lodos que se encuentran en los balnearios. Las turbas, aunque abundantes pero por su fácil contaminación, no han sido tan frecuentes en su uso terapéutico. Las biogleas y los sapropelli son de mayor aplicación en los países donde se ven en la necesidad de crear artificialmente los peloides por no poseer yacimientos naturales donde se formen estos recursos terapéuticos.

Efectos biológicos

Efectos locales:

- Aumento de la temperatura en el punto de aplicación que el paciente lo traduce por picos de calor.
- Vasodilatador e hiperemia local.
- Liberación de histamina y acetilcolina.
- Por vía refleja se estimula la frecuencia respiratoria y cardíaca.
- Se inicia en el paciente la sudoración.
- Al paciente le comienza una sensación agradable de sueño.

Efectos generales:

- Elevación de la temperatura corporal.
- Aumento de la frecuencia respiratoria y del ritmo cardíaco.

booksmedicos.org

- Hipotensión arterial.
- Hemoconcentración.
- Menos eliminación de orina.
- Se produce aumento de las proteínas totales.
- Se benefician las respuestas inmunológicas.
- Determina reacciones de precipitación, oxidación y reducción.
- Modificación de equilibrios coloidales y acciones catalíticas.
- Poseen cierta actividad estrogénica.
- Algunos tienen propiedades estimulantes y otros sedantes, resolutivos y reconstituyentes.

Los peloides tienen efecto sobre el organismo dado fundamentalmente por el aumento de la temperatura en que se aplican (50-60 °C): efecto termoterápico.

Los efectos locales están dados por los aumentos locales en el punto de aplicación y el paciente siente sensación de calor y picor, se produce una vasodilatación e hiperemia local, y se libera histamina, acetilcolina y otros. Esto permite que por vía refleja se logre una estimulación de la frecuencia respiratoria y cardíaca de pocos minutos de duración y posteriormente una fuerte sudación con sensación de calor agradable y una tendencia al sueño.

Después de los efectos locales se sigue a acciones generales como hipotensión arterial, hemoconcentración, disminución en la eliminación de orina y una sensación de bienestar general. También se ha señalado una cierta acción beneficiosa sobre la respuesta inmunológica, imputable al efecto hipertermizante y acciones neuroendocrinas y neurovegetativas.

Los peloides actúan como intercambiadores de iones a la manera de algunas resinas artificiales, como las zeolitas del suelo y sustancias húmicas. También es importante que a los peloides y en particular a los fangos y turbas, se les dan algunas propiedades de actividad estrogénica vinculada a su contenido en materia orgánica, así como su poder radiactivo.

Los peloides pueden ser agentes terapéuticos para acciones de uso general, local y mixta. A esta práctica se le denomina "peloidoterapia" o "peloterapia". Sus aplicaciones terapéuticas pueden ser con fines térmicos, analgésicas, antiinflamatorias, antiflogísticos y otros.

El profesional, en el momento de indicarlo debe contemplar los siguientes aspectos:

- Tipo de peloide.
- Técnicas de aplicación.

booksmedicos.org

- Temperatura.
- Región del cuerpo a aplicar.
- Tiempo de aplicación.
- Tiempo de descanso posterior y posibles combinaciones con otras técnicas fisioterapéuticas.

Indicaciones:

- Reumatismo crónico.
- Osteoartritis.
- Edema.
- Limitaciones articulares y dolores postraumáticos.
- Mialgias.
- Espondiloartritis anquilopoyética.
- Poliartritis en el climaterio.
- Artritis reumatoide.
- Fibromialgia.
- Rigideces articulares.
- Pitiliasis, psoriasis, dermatitis seborreica.
- Acné juvenil.
- Inflamación pélvica, salpingitis, metroanexitis.
- Esterilidad.
- Hemiplejía, paraplejía.
- Polineuropatía, neuralgia.
- Parálisis cerebral.
- Gota articular.
- Vasculopatías.

Contraindicaciones:

- Fase aguda de cualquier entidad nosológica.
- Cardiopatías descompensadas.
- Insuficiencia renal y hepática graves.
- Vasculopatías hemorragipára.
- Hipertensión arterial severa.
- Embarazo.
- Dermatopatías exudativas.
- Neoplasias.
- Osteomielitis.
- Ulceras sangrantes.
- Tuberculosis.
- Cardiopatía descompensada.

booksmedicos.org

- Enfermedades mentales.
- Epilepsia.

Técnicas de aplicación:

Los peloides pueden aplicarse al organismo humano por diversas técnicas que contribuyen a introducir en el organismo acciones físicas, mecánicas y biológicas con fines terapéuticos y para elevar la calidad de vida en los pacientes.

Son ellas, entre otras, las siguientes:

- *Por aplicación:* se realizan envolturas de peloides sólidos a una región parcial del cuerpo o de forma total a temperatura de 50-60 °C y se cubren con mantas para preservar la misma (Figs. 4.5; 4.6 y 4.7).

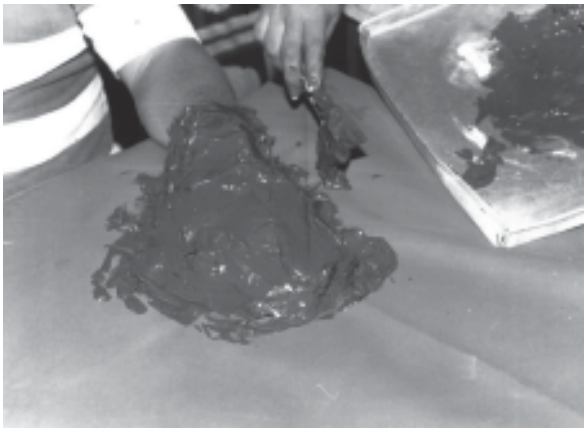


Fig. 4.5. Aplicación parcial de peloide.

Fig. 4.6. Aplicación regional de peloide.

booksmedicos.org

Fig. 4.7. Aplicación total de peloide.

- *Por baños:* que pueden ser completos o parciales dentro de bañeras especiales o tinas de material anticorrosivo, combinado con agua natural o mineromedicinal (Fig. 4.8).

Fig. 4.8. Baño completo en bañera.

- *Método egipcio:* debe aplicarse el peloide en el lugar dañado y posteriormente exponerse al paciente directamente a los rayos solares por espacio de 15-20 min.
- *Por compresas de fango:* en este caso el peloide pulverizado se introduce en envolturas de material de nylon, felpa sintética o hule y previo

booksmedicos.org

calentamiento en baño María a 40-50 °C, se aplica en la región afectada del cuerpo del paciente.

- *Técnicas combinadas:*
  - Peloide más campo magnético.
  - Peloide más ultrasonido.
  - Peloide por electroforesis.
- Por aplicaciones cavitarias de peloide: transvaginal, transrrectal y otras.

Requisitos para aplicar la terapia con peloide:

- No debe tener impurezas.
- Transportado en toneles de madera o plástico o a granel con agua sobrenadante de 20 a 30 cm.
- El depósito de aplicación debe ser de hormigón fundido con revestimiento de estuque o tanques de polipropileno con una capacidad de 2 x 90 x 1 m.
- Para mantenerlo hay que cubrirlo con agua madre (salina al 5 % o agua de mar).
- No calentarse por encima de 60 °C.
- Local de 10 m^2 para parcial y 24 m^2 para total con un área posterior sucia donde se prepara el peloide para su tamizaje y calentamiento y un área limpia anterior, por donde accede el paciente.
- También debe contemplarse un baño con ducha de agua templada o caliente para la limpieza del paciente previa y posterior al tratamiento.
- Local de tratamiento 22-25 °C.
- No aire acondicionado.
- Circulación doble natural.
- Instalar extractor.
- Las fuentes de fango deben ser protegidas.
- Dicho local debe contar con materiales auxiliares para esta terapéutica como son: cubos plásticos, bandejas de acero inoxidable, palas de aplicación, hule, mantas, toallas, sábanas.

BALNEOTERAPIA

Aguas minerales y mineromedicinales

En el desarrollo del capítulo de la balneoterapia, uno de los primeros aspectos que el educando debe comprender es el estudio de las aguas con fines terapéuticos, a las que corresponde a la especialidad de Hidrología Médica, la

booksmedicos.org

investigación en este campo para conocer las características físico-químicas, microbacteriológicas, génesis y posibles usos terapéuticos de las aguas mineromedicinales.

Antes de continuar se considera necesario dejar establecido qué se entiende por agua natural y agua mineral.

Es preciso recordar que el agua es una composición química integrada por hidrógeno y oxígeno, por tal razón el agua pura y el agua natural es siempre mineral. Ahora bien, para la utilización pública el agua se clasifica en: potables o de consumo ordinario y las minerales o mineromedicinales.

Las aguas minerales se originan en capas profundas de la tierra, en fallas de los estratos subterráneos y estas brotan de forma espontánea o surgente; también pueden ser captadas por medio de perforaciones. Tienen como características especiales su estabilidad en los parámetros de temperatura, mineralización, composición y no contaminación, diferenciándose de las restantes aguas potables por su origen, contenido de minerales, oligoelementos y pureza original. La Organización Mundial de la Salud (OMS), considera como agua mineral natural la que no esté contaminada bacteriológicamente; que proceda de una fuente subterránea que contenga como mínimo 1 g de mineralización por kilo de agua o que presente 250 mg de CO_2 libre, con propiedades favorables para la salud según criterios emitidos por el comité coordinador de la FAO / OMS.

Las aguas minerales pueden ser naturalmente gaseosas cuando su contenido en anhídrido carbónico, una vez envasada, sea igual al que tuviese en él o los puntos de alumbramiento.

Esto es poco frecuente por la pérdida de gas en su traslado y embotellamiento. Tienen efectos salutíferos. Otra forma puede ser el agua mineral natural con gas carbónico añadido, para aquella a la que se le haya agregado anhídrido carbónico no proveniente del mismo manantial que el agua de que se trata. Esta es procesada y embotellada en fábrica y es la que se presenta y expide con mayor frecuencia como agua mineral de mesa y también se le atribuyen efectos salutíferos y digestivos.

Características especiales presentan las aguas de manantial, que son las potables de origen subterráneo que emergen espontáneamente en la superficie de la tierra o se captan mediante perforación, con las características naturales de pureza que permiten su consumo y son muy recomendadas para uso público por su baja mineralización.

booksmedicos.org

Se define como agua mineromedicinal aquellas aguas que por sus características especiales de contener más de 1 g de sustancia sólida disuelta por kilogramo de agua, temperatura superior a 20 °C o componentes como el CO_2, superior a los 250 mg y que por ensayo clínico se haya demostrado sus efectos terapéuticos.

Haciendo referencia a la hidrología médica se debe decir que esta se ocupa de las características esenciales y posible interés terapéutico de las aguas mineromedicinales y se diferencia de la hidroterapia porque esta última sólo se ocupa de las aplicaciones tópicas del agua potable u ordinaria con fines terapéuticos, utilizando los efectos físico, mecánico y termales. La denominación de hidrología médica se utiliza preferentemente en los países mediterráneos y latinoamericanos. Siendo más frecuente en Francia el uso del término crenoterapia (crenos significa fuente o manantial) y en Alemania, Austria y países bajo la influencia germana, el de balneoterapia (Fig. 4.9), donde se acoge bajo el mismo el estudio de la acción terapéutica de las aguas mineromedicinales junto con la del entorno del punto de su emergencia y el medio ecológico. Esta última acepción fue la más utilizada en Cuba desde la década de los 60, época en que se funda el Instituto de Hidrología Médica Víctor Santamarina*f*, hasta la década del 90, en que se crea el Grupo Nacional de Termalismo y por ende se comienza a utilizar más frecuentemente esta última terminología.

Fig. 4.9. Balneario en Turquía.

Según se ha señalado, la utilización de las aguas mineromedicinales en aplicación tópica es muy frecuente y precisamente la balneación constituye quizás la forma más característica de las curas hidrotermales.

booksmedicos.org

Características físicas de las aguas

Las aguas mineromedicinales pueden definirse, desde el punto de vista físico-químico, como una fase heterogénea formada por una suspensión de sustancias orgánicas e inorgánicas, en una disolución cuyo solvente es la especie química que se conoce como agua. Esta sustancia es el componente mayoritario en las aguas mineromedicinales y sus propiedades, principalmente las físicas, prevalecen sobre las demás, dándole características peculiares a estas aguas.

Las propiedades de una sustancia pueden dividirse en físicas y químicas, se tiene como propiedad física la que puede cambiar sin que por ello implique una modificación en su composición química.

Entre las propiedades físicas del agua mineromedicinal, se encuentran la viscosidad, que es la resistencia al flujo que ofrece debido a la fricción interna; tensión superficial, es el trabajo que es necesario realizar para incrementar la superficie en la unidad de agua; la presión interna es la fuerza atractiva cuyo valor varía inversamente a la séptima potencia de la distancia que las separa; el trabajo de adhesión es la indicación de la energía necesaria para separar el agua de un sólido; capacidad calorífica que se define, como la cantidad de calor que es necesario aportar para elevar un grado de temperatura (1 cal/ °C), y la conductividad térmica, la cual mide la velocidad de transferencia de calor a través de una lámina de sustancias en un área y espesor de unidad referida, la que es elevada (1 428,62*10-6 cal/cm sec 0 °C).

Propiedades químico-físicas de las aguas mineromedicinales

Esta disciplina se ocupa de los procesos químicos que como la disolución, la ionización, y otros se estudian mediante determinaciones físicas. Entre estas determinaciones figuran: el estudio del pH, potencial redox, conductividad.

Ionización del agua (pH). El agua normal u ordinaria se ioniza muy poco dado el equilibrio que existe entre la molécula de oxígeno e hidrógeno: $H_2O \leftrightarrow H + OH^-$. El agua potable u ordinaria, tiene un pH de 7, equivalente a la neutralidad y las aguas mineromedicinales, por la presencia de sustancias ionizadas y la temperatura elevada, modifican su pH. El pH disminuye con el aumento de la temperatura.

Temperatura (°C)	0	10	25	40	70
pH	7,47	7,26	7,00	6,76	6,41

booksmedicos.org

Desde el punto de vista de las aguas mineromedicinales el gas más importante es el gas anhídrido carbónico, que en contacto con el agua forma ácido carbónico. Los iones carbonatos se asocian a los iones hidrógenos siempre presentes para formar iones bicarbonados y moléculas de ácido carbónico. Las aguas calcáreas tienen un pH, entre 7,2 y 7,6 y las que provienen de terrenos pobres en calizas o salicilatos tienen un pH inferior a 6. Valores de pH por debajo de 4, se asocian a aguas con ácidos libres derivados de sulfuros minerales, piritas o de regiones volcánicas con presencia de ácido sulfhídrico. El pH del agua de mar varía de 7,95 a 8,35.

Potencial redox. Se considera oxidación, la fijación de oxígeno en un átomo o grupo de átomo y a la inversa reducción, es decir, sustracción de oxígeno. Por tanto, las reacciones redox, son aquellas en que tienen lugar una transferencia de electrones, desde el elemento donador/ reductor, al aceptor u oxidante. Un ejemplo de este tipo de reacción es la oxidación del ion ferroso a férrico por el ion cúprico, que se reduce a cuproso.

$$Fe^{++} + Cu^{++} \leftrightarrow Fe^{+++} + Cu^{+}$$

El potencial redox resulta un concepto experimental y se expresa por Eh.

Conductividad eléctrica. Es una determinación muy útil para indicar de una manera rápida, la concentración de las sustancias disueltas; resulta de gran interés en el estudio de la mineralización y en el control de la estabilidad en la composición de las aguas. Es importante relacionar el residuo seco de las aguas mineromedicinales con la conductividad.

Propiedades químicas de las aguas mineromedicinales

Después de estudiar las propiedades físicas y químico-físicas de las aguas mineromedicinales, corresponde considerar algunas características químicas de estas aguas, atendiendo a los factores mineralizantes incorporados. En general, las propiedades físicas de las aguas mineromedicinales difieren poco de las de las aguas potables u ordinarias; sin embargo, las propiedades químicas se modifican considerablemente. Seguidamente, se resumen algunas de las características más relevantes de tales factores:

Sodio (Na). De fácil oxidación, no se presenta libre en la naturaleza, sino solamente en estado de combinación. Que abunda en las rocas constituidas por silicatos completos, que al desintegrarse pasan a integrar compuestos solubles en el agua. Se encuentran en todas las aguas mineromedicinales y en muchos casos como catión predominante. Se presenta tanto en las aguas fuertemente mineralizadas, cloruradas y sulfatadas como en las profundas hipertermales de débil mineralización.

booksmedicos.org

Potasio (K). Muy distribuido en la corteza terrestre. El contenido en potasio, de las aguas mineromedicinales, oscila de 1/5 a 1/20 del sodio y llega a ser de 1/40 en el agua de mar. Con frecuencia, las aguas más ricas en potasio son de origen profundo.

Litio (Li). Existe muy repartido, aunque en pequeñas cantidades, en diversas clases de rocas arcillas y aguas minerales. El comportamiento del litio no concuerda con el de los demás metales alcalinos, ya que por su pequeño tamaño se hidrata fácilmente. El litio forma iones más fácilmente que el potasio.

Magnesio (Mg). Aparece aproximadamente en el 2,2 % de la corteza terrestre y a causa de su gran reactividad química no se presenta libre, sino combinado, formando minerales y rocas. Se encuentra en las aguas marinas y el magnesio, al igual que el calcio, es componente habitual de las aguas, en particular de las procedentes de terrenos terciarios.

Calcio (Ca). Constituye el 3,5 % de la corteza terrestre. Forma parte de gran número de rocas y minerales y de muchas aguas, normalmente frías a consecuencia de la acción de los agentes atmosféricos sobre las rocas.

Hierro (Fe). El hierro es uno de los metales más abundantes de la corteza terrestre y constituye el 4, 7 % de ella. Se presenta con mucha frecuencia en minerales oxigenados y sulfurados. Las aguas conteniendo hierro se denominan ferruginosas, si contienen más de 10 mg/L.

Manganeso (Mn). Suele acompañar al hierro en las aguas minerales, aunque su proporción sea muy pequeña. Como el hierro, es soluble en forma reducida, pero las oxidadas son casi insolubles. El contenido no suele pasar de fracciones de miligramos. Su principal acción es catalítica y algo similar, se puede decir, del cobre y el cobalto.

Otros cationes. El análisis espectrográfico permite comprobar la presencia, en las aguas mineromedicinales, de un gran número de cationes, tales como el aluminio, plata, plomo, bismuto, zinc, cadmio, galio, titanio, vanadio, y otros. Estos son los llamados "oligoelementos" o microcomponentes biológicamente activos de las aguas, capaces de ejercer acciones directas o indirectas en el organismo.

Fluoruros. El flúor no se encuentra libre en la naturaleza, dada su gran reactividad, pero combinado se haya ampliamente distribuido en las rocas que componen la parte sólida de la tierra (2 mg/L).

Cloruros. El cloro es un elemento de gran poder de reacción por lo que no se presenta en la naturaleza en estado libre, constituye el 0,19 % de la corteza

booksmedicos.org

terrestre, incluyendo el agua de mar. Los cloruros se encuentran en todas las aguas, las más ricas en ellos son las procedentes de terrenos sedimentarios.

Azufre (S). El átomo de azufre tiende a ganar los 2 electrones que faltan en su último nivel y es, por tanto, electronegativo y en ese estado forma los iones sulfuros ($S^{=}$) y los sulfhidratos o hidrosulfuros (SH^{-}). Estos son fácilmente solubles en agua.

La presencia de sulfatos en las aguas mineromedicinales es frecuente y en muchos casos abundantes, toda vez que los sulfatos están ampliamente distribuidos en la naturaleza y el agua puede incorporarlos al contactar con rocas y minerales que los contienen o bien por la oxidación de sulfuros y otros compuestos reducidos del azufre.

Silicio (Si). Casi todas las aguas mineromedicinales contienen cantidades apreciables de silicio bajo forma de sílice libre coloidal. Los silicatos aparecen en las aguas como consecuencia de la lixiviación de las rocas, facilitada por la presencia de ácido carbónico y pH ácido.

Gases. Además de las sustancias ionizadas, las aguas mineromedicinales pueden tener disueltos gases tales como: hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, anhídrido carbónico, hidrógeno sulfurado, radón y otros.

Anhídrido carbónico. Este compuesto, debería denominarse dióxido de carbono, de fórmula CO_2, ha sido conocido antiguamente, pero era confundido con el aire. La riqueza del aire en dióxido de carbono alcanza solamente un valor medio de 0,035 % en volumen.

El dióxido de carbono se encuentra en muchas fuentes mineromedicinales y llega a caracterizar un grupo denominado carbogaseadas y en ciertos parajes cercanos a manifestaciones volcánicas.

Sulfuro de hidrógeno. Este gas conocido como ácido sulfhídrico, se encuentra en los manantiales de aguas sulfuradas (mal llamadas sulfurosas) y en los gases volcánicos. Es un gas inflamable y venenoso de olor característico a huevos podridos, que se hace perceptible en el aire hasta en concentraciones de 2 mg/L. La máxima concentración tolerable en exposición prolongada es de 20 mg/L y a 1000 mg/L es tan tóxico como el ácido cianhídrico. Cuando se expone al aire una disolución de sulfuro de hidrógeno, el oxígeno disuelto lo oxida precipitándose azufre.

$$2S^{=} 4H^{+} + O_2 \leftrightarrow 2S \downarrow + 2\ H_2O$$

booksmedicos.org

Esta es la causa principal de la formación de azufre coloidal que a veces se encuentra en las aguas mineromedicinales y en sus biogleas.

Radón. Es un gas perteneciente al grupo de los gases nobles, producido como emanación gaseosa de la desintegración radiactiva del radio. Posee 3 isótopos de masas atómicas 222, 220 y 219, que se producen en las 3 series de desintegración natural.

La incorporación del radón a las aguas minerales es de considerable interés terapéutico, por lo que es importante la determinación de la radiactividad de las aguas mineromedicinales. Las unidades de medida actualmente se expresan por submúltiplos de curio (Ci) y bécquerelios (Bq) donde:

$$Bq = 0{,}027 \text{ nCi y } 1 \text{ nCi} = 37 \text{ Bq.}$$

Análisis microbacteriológicos

Con relación a las características microbacteriológicas en las aguas mineromedicinales, se admite la presencia de flora autóctona o alóctona, pero en ningún caso se admiten gérmenes patógenos que indiquen contaminación. Para determinar las características microbianas se requiere de análisis microbacteriológicos específicos de forma repetida.

En los estudios analíticos, la concentración máxima admisible en 100 mL de agua no deben encontrarse coliformes totales, coliformes fecales, ni estreptococos fecales por el método de membrana filtrante. No deben encontrarse *Clostridium sulfito* reductores en 20 mL, ni otros gérmenes patógenos, en especial *Salmonellas, Staphilococos*, bacteriófagos fecales y entero virus.

El punto de alumbramiento de las aguas mineromedicinales no debe superar las 20 colonias por mililitro después de incubadas a 20-22 °C durante 72 h, y 5 colonias por mililitros después de incubados a 37 C durante 24 h.

Las aguas mineromedicinales deben estar exentas de parásitos, microorganismos patógenos como: *E. coli* y otros coliformes, tampoco la presencia de *Streptococos fecales* en 250 mL de agua, ni *Pseudomona aeruginosa*.

Efectos en el organismo

Una de las mayores dificultades para explicar los efectos terapéuticos de las aguas mineromedicinales en el organismo está dada por la complejidad en la

booksmedicos.org

génesis de este agente terapéutico y sobre todo, cuando hay que relacionarlas con las técnicas de aplicación y de las circunstancias ambientales donde se aplican las mismas.

Las aguas mineromedicinales producen en el organismo efectos terapéuticos propios de sus factores mineralizantes, termal y físico-mecánico. Las aguas cloruradas, cuando se administran por vía oral, estimulan la secreción y motilidad gástrica e intestinal, facilitando la salida de bilis al intestino y reduciendo la flora entérica, además activa el metabolismo general. Las aguas sulfatadas, estimulan el peristaltismo intestinal y son colagogas. Las aguas bicarbonatadas se comportan como antiácidas y alcalinizantes. Las aguas sulfurias o sulfuradas, por su azufre reducido, se comportan como antitóxicas y desensibilizantes y además mejoran la vascularización y el trofismo tisular. Las ferruginosas, estimulan la hematopoyesis y las oxidaciones tisulares. Las radiactivas, por su contenido en radón, son sedantes, analgésicas, reguladoras del equilibrio neurovegetativo, etc.

Las aguas mineromedicinales, además de sus efectos preferenciales por la mineralización, tienen acciones por las aplicaciones tópicas a través de las técnicas hidrotermales utilizadas, en las que predominan las acciones físicas, mecánicas, dinámicas y térmicas, razón por la cual son de amplia utilidad en las prácticas rehabilitadoras por facilitar la movilidad del aparato locomotor, modificar la vascularización, el trofismo e influenciar en el sistema sensorial. Se debe recordar el efecto que en virtud del principio de flotación de Arquímides, según sea el nivel de sumersión del paciente, se registran desplazamientos de hasta un 94 % de su peso corporal. También, el aporte de energía térmica influye considerablemente en múltiples actividades biológicas como son, mejoría de la irrigación sanguínea, del trofismo, relajación muscular, sedación y analgesia. Los componentes de las aguas mineromedicinales pueden atravesar la amplia "barrera cutánea" que, según investigaciones realizadas dista mucho de ser impenetrable; sólo hay que darle el tiempo necesario y que las capas de la piel se encuentren sanas. Además de las acciones de las aguas mineromedicinales, también experimentan la llamada acción general inespecífica que corresponde a la terapéutica hidromineral.

Clasificaciones:

Al establecer la clasificación de las aguas mineromedicinales se debe decir en primer lugar que existen 4 tipos fundamentales de aguas:

1. Mineromedicinales de uso tópico.
2. Termales.

booksmedicos.org

3. Mineroindustriales.
4. Aguas de bebida envasadas, dentro de las cuales se encuentran las minero-medicinales bebibles, las minerales naturales y las de manantiales.

Diversas son las clasificaciones existentes de las aguas minerales, las cuales pueden ser por:

Origen	Temperatura
Composición química	Actividad terapéutica
Tonicidad	Mineralización global
Acciones fisiológicas	Caudal

Se hará referencia solamente a algunas de ellas como por ejemplo:

Según la temperatura:

Hipertermales: cuando la temperatura del agua es superior en 4 °C a la del medio ambiente o del suelo donde se capta.
Ortotermales: cuando la temperatura del suelo es igual a la del medio ambiente o en el punto de captación.
Hipotermales: cuando la temperatura del agua está por debajo de 2 °C en relación con el medio ambiente o punto de captación.

Desde el punto de vista hidroterapéutico, si se relacionan con la temperatura del organismo, las aguas pueden ser:

Hipertermales: mayor de 37 °C.
Mesotermales: de 35 a 37 °C.
Hipotermales: menor de 37 °C.

Por la mineralización global las aguas pueden ser:

Oligominerales: cuando el residuo seco es inferior a 200 mg/L.
Aguas mineromedicinales: el residuo seco se encuentra entre 200-1000 mg/L.
Aguas minerales: residuo seco superior a 10 mg/L.

Por la composición química:

Cloruradas:

- Fuertes (más de 50 g/L).
- Medianas (entre 10 y 50 g/L).
- Débiles (menos de 10 g/L).

booksmedicos.org

Sulfatadas:

- Sódicas. Más del 20 % de masa iónica en minibares /L.
- Magnésicas.
- Cálcicas.
- Mixtas.

Bicarbonatadas:

- Sódicas Más del 20 % de masa iónica en minibares /L.
- Cálcicas
- Mixtas

Carbogaseosas:

- $CO_2 \uparrow$ 500 mg/L

Sulfuradas:

- Sódicas $SH_2 \uparrow$ 10 mg/L
- Cloruradas.
- Cálcicas.

Ferruginosas: + de 10 mg/L de Fe

Arsenicales: + de 0,7 mg/L de As

Radiactiva: + de 5 nCi/L 185 Bq/L 14 unidades Mage

Brómica: + de 25 mg/L de Br

Iódicas: + de 5 mg/L de I

Silicias: + de 50 de metasilicio (H_2SiO_3)

Oligometálicas: Menos de 1 g/L de elementos sólidos, sin componentes específicos.

Técnicas hidrotermales

El área de hidroterapia estará mejor diseñada y utilizada si se coloca separada de las otras áreas de tratamiento del servicio de rehabilitación. No obstan-

booksmedicos.org

te, como la mayoría de los pacientes que reciben hidroterapia precisan, además, otros tratamientos físicos, es conveniente que el área de hidroterapia se sitúe cerca de otras áreas de fisioterapia. Se recomienda una temperatura ambiente de 20 a 24 °C, con una humedad relativa del 50 al 60 %. Debe existir una zona de reposo para la relajación tras el tratamiento hidroterapéutico, además de una zona para aseo personal.

El área debe estar adecuadamente ventilada, para prevenir la condensación de humedad en paredes, techos y aparataje, y para eliminar los aerosoles del agua y aditivos producidos por las turbulencias del agua de tanques y piscinas. Aún en caso de que exista buena ventilación, en la mayoría de las ocasiones es preciso utilizar dispositivos para evitar dicha condensación.

Los materiales de las paredes y suelos han de ser antideslizantes y de fácil limpieza. La higiene es uno de los principales aspectos que hay que tener en cuenta en el mantenimiento y diseño del área de hidroterapia, para evitar contaminaciones.

Indicaciones de las aguas mineromedicinales. Diversas son las aplicaciones terapéuticas de las aguas mineromedicinales que por ensayo clínico se ha demostrado su uso en diferentes aparatos y sistemas.

Aguas cloradas sódicas

- Reumatismo crónico cuando se encuentran fuera de la fase aguda de la enfermedad (artritis reumatoide, espondilitis anquilopoyética y otras).
- Artrosis vertebrales, coxatrosis, gonartrosis.
- Periartritis de hombro con espondilitis, tendinitis, sinovitis.
- Neuralgias, ciatalgia, cérvico braquialgia.
- Secuelas traumáticas: fracturas, luxaciones, contusiones.
- Eccema, dermatosis, soriasis, acné juvenil.
- Inflamaciones crónicas: anexiales, vaginales y otras.
- Convalecencias y recuperación debido a un sobreesfuerzo.

Aguas bicarbonatadas

- Gastritis crónicas.
- Hernia hiatal.
- Dispepsia gástrica y enteropatías.
- Duodenopatías.
- Diabetes.

booksmedicos.org

- Colitis, colecistitis crónicas.
- Nefritis, litiasis.

Aguas carbónicas:

- Dispepsia.
- Hipoclorhidrias.
- Arteriopatías obliterantes.
- Hipertensión arterial esencial.
- Gota.
- Dismenorreas, salpingitis.

Aguas terruginosas:

- Anemias hipocrómicas.
- Convalecencia.
- Piodermitis.
- Soriasis.
- Dermatitis seborreica.

Aguas oligominerales:

- Litiasis.
- Infecciones urinarias.
- Nefropatías.
- Algias pelvianas.
- Gota.
- Enterocolitis.

Aguas radiactivas:

- Estado depresivo y ansioso.
- Dermatitis alérgicas.
- Asma bronquial.
- Eccema, urticarias.
- Distonía neurovegetativa.
- Espasmo muscular.
- Reumatismo crónico inflamatorio.
- Secuelas de fracturas y luxaciones.

booksmedicos.org

Contraindicaciones de la aplicación de las aguas minerales

- Procesos tumorales malignos.
- Cardiopatías descompensadas.
- Insuficiencias renales.
- Enfermedades hemorrágicas.
- Procesos agudos o en estado de agudización.
- Hipertensión arterial severa.
- Estados caquécticos.

Fuentes y yacimientos de las aguas mineromedicinales en Cuba

Agua mineral medicinal o mineromedicinal

En Cuba existen algo más de 32 yacimientos de aguas minerales, y más de 1000 fuentes, todas con buenas perspectivas para su empleo en la terapéutica rehabilitadora, el turismo-salud termal, la elaboración de productos cosméticos y el envasado de agua con propiedades para la salud humana.

En estos balnearios, yacimientos y fuentes existentes en el país, se han establecido con certeza, 18 grupos balneológicos de aguas mineromedicinales, del total de 22 que se describen en la literatura internacional especializada. El grupo 22, el de las aguas con contenido de compuestos orgánicos (Corg) prácticamente está presente en los yacimientos de Ranchomar, en Pinar del Río; en el Balneario San Miguel de los Baños, en Matanzas; en el Balneario La Paila, en Madruga, entre otros lugares.

En otras palabras, Cuba es una potencia en el campo de las aguas mineromedicinales, las cuales, como se expresó anteriormente, tienen diversos y amplios usos.

Tipos de aguas. Características físico-químicas y microbacteriológicas

Para poder evaluar correcta e integralmente los usos y demás aplicaciones de las aguas minerales (en su concepto global, es decir, tanto minerales naturales como mineromedicinales), se hace necesario determinar, por métodos de la química moderna, sus propiedades físico-químicas y bacteriológicas, así como las posibles variaciones en el tiempo de dichas propiedades. Esta evaluación es lo que se conoce como "caracterización de los recursos".

Se deben determinar los macro y micro componentes, los metales útiles y los tóxicos, así como las bacterias contenidas en el agua y las propiedades físicas de la misma.

booksmedicos.org

Lógicamente, una de las tareas del Servicio Geológico Nacional es la búsqueda, detección y explotación de los yacimientos de aguas mineromedicinales acordes a los grupos balneológicos diferenciados.

Captación y control de la calidad de las aguas minerales

La captación y control de la calidad de las aguas minerales es una temática muy amplia, pues lleva implícito desde el control de la calidad del producto final que se está aplicando o empleando en determinado lugar o en determinada persona, pasando por la estabilidad y conservación de las propiedades de las aguas, hasta la manera de protegerlos de la contaminación y de su agotamiento.

La captación es un proceso netamente técnico, que está caracterizado por estudios hidrogeológicos, geológicos y geofísicos profundos, realizados previamente y una construcción técnica del pozo atendiendo a los requerimientos y exigencias impuestos por los estudios hidrogeológicos.

La protección del recurso es un proceso más complejo en el que se imbrican los aspectos técnicos (estudios hidrogeológicos, barreras físicas y legales) y uno no menos importante y difícil de controlar como es la actitud y protagonismo del hombre en la preservación del medio ambiente y la protección de los recursos naturales.

La captación de un agua mineral debe garantizar:

- Protección al máximo del recorrido del curso del agua, desde el acuífero hasta la instalación de explotación o utilización.
- Aislamiento al máximo de los horizontes acuíferos superiores para evitar mezclas indeseables dentro de la columna del pozo.

La tendencia mundial, en relación con la captación de un recurso es la artificial, mediante pozos o sondajes del manantial o alumbramiento en la profundidad, y trasladar el agua mediante tuberías hacia la instalación. Este método protegerá de las pérdidas de caudal innecesarias y de contaminaciones. El pozo generalmente es vertical y pone en comunicación directa al acuífero confinado con la superficie, a través de tuberías de perforación o camisas (ciegas y de filtros) y del sistema de bombeo para la extracción del agua.

Después de completada la operación de perforación del pozo y encamisado, se precisa proceder a su preparación, con el objetivo de que la obra de captación responda a las necesidades de potencial (cantidad y calidad) de la instalación que se desarrolle. En muchos casos, la explotación del acuífero se

booksmedicos.org

realiza con bombas y dada la agresividad de las aguas mineromedicinales, deben preverse materiales resistentes (aceros inoxidables, cobre y PVC con fibra de vidrio), para todo el sistema de captación y bombeo.

Dentro de las medidas establecidas, posee una vital importancia el establecimiento de los perímetros de protección sanitaria (PPS), proyectados para limitar de una forma total o parcial, según las condiciones reales, la posible entrada de sustancias contaminantes dentro de las áreas de influencia de una fuente. Dentro de cada perímetro quedan enmarcadas las zonas de protección sanitaria (ZPS), donde se establecen diferentes tipos de regímenes especiales que excluyen, en su conjunto, la posibilidad de contaminar las fuentes de aguas mineromedicinales.

Se establecen 3 zonas de protección sanitaria, tomando en consideración el tipo de contaminación (física-química o microbiana) y el uso que se le dará a los recursos, que a saber son:

- Zona I, o de régimen estricto: para impedir la contaminación directa en las áreas más próximas a la fuente y dentro del perímetro que la encierra. No se admite ninguna actividad dentro de ella, solo la relacionada con la explotación de los recursos.
- Zona II, o de limitaciones especiales: relacionada principalmente con la contaminación química o microbiológica, variable en función de las condiciones hidrogeológicas e hidrodinámicas del entorno y del acuífero. En esta zona se evitarán las labores agrícolas, crianza vacuna, instalaciones industriales.
- Zona III, o de limitaciones moderadas: este perímetro en la práctica no se traza, ya que abarca toda la cuenca hidrogeológica, teniendo como límites físicos los pozos de las aguas.

Medidas higiénico-sanitarias

En los balnearios cubanos, al igual que las medidas establecidas internacionalmente para las instalaciones de las terapéuticas hidrotermales, se han establecido las reglas higiénicas y sanitarias de estricto cumplimiento dentro del recinto balneológico, así como en su entorno, para evitar la contaminación tanto del mismo como de los bañistas.

Entre otras se toman las medidas siguientes :

- Higiene máxima de limpieza en las bañeras individuales, tinas y tanques terapéuticos, antes y después de cada tratamiento.

booksmedicos.org

- Baños o duchas de arrastre a los curistas antes y después de cada tratamiento.
- Impedir el vertimiento de basuras y/o desperdicios en las instalaciones.
- Se prohibe fumar en la instalación.
- Mantener la temperatura dentro de la instalación entre 22 y 25 C.
- Cumplir con los controles físico-químicos y microbacteriológicos, según los ciclos establecidos para este tipo de instalación.
- Preservar la pureza y calidad de las aguas mineromedicinales, con las técnicas hidrotermales recomendadas y sin agregados químicos contaminantes.
- Establecer la zona de protección I, II y III, para evitar las contaminaciones con animales, industrias, ruidos y otros.

Entidades nosológicas que se benefician con la balneoterapia

Esta forma terapéutica va dirigida fundamentalmente a las enfermedades crónicas no trasmisibles, las que constituyen un importante problema de salud para la población en el mundo y se logran mejorías adecuadas, alivio del dolor, medidas de prevención y promoción de salud por medio de las técnicas hidrotermales. Como se hacía referencia en el tema anterior, entre los curistas (bañistas), que con mayor frecuencia acuden a los balnearios están los que presentan: coxartrosis, gonartrosis, reumatismos periarticulares, enfermedades cerebrovasculares, enfermedades cardiovasculares, enfermedades pulmonares obstructivas crónicas y discapacidades funcionales de la marcha.

Todas las entidades anteriormente referidas se benefician de la balneoterapia por medio de: el uso y aplicación de las aguas mineromedicinales que pueden ser bebibles, por baños totales o parciales, duchas y piscinas. Además, se combinan con el descanso activo que conllevan a actividades físicas y recreativas, donde el curista ocupa su mente mientras descansa, sirviendo esto de alguna manera como tratamiento psicoterapéutico. Otras técnicas complementarias se refieren a los ejercicios físicos terapéuticos, la educación sanitaria en materia de balneoterapia y la peloidoterapia, fitoterapia, acupuntura, digitopuntura, monxibustión y terapia bioenergética.

En los balnearios el curista también recibe grandes beneficios terapéuticos, dados por el cambio del medio ambiente, con una observación paisajística natural con el verdor de las plantas, los saltos y fuentes de agua que lo alejan del ambiente de las ciudades con la contaminación propia de las mismas.

booksmedicos.org

Los beneficios que se brindan por medio de las curas hidrotermales se pueden expresar en la forma siguiente:

- *Para calmar o aliviar el dolor,* se brindan mediante baños con aguas hipertermales, radiactivas, duchas suaves y curas por medio de estufas.
- *Para combatir las contracturas:* se indican baños calientes, duchas suaves, baños de vapor, peloidoterapia y otros.
- *Para mejorar la movilidad articular:* se indican piscinas, tanques de adiestramiento para la marcha y cinebalneoterapia.
- *Para combatir la inflamación:* se indican baños y duchas con agua termal, peloide, aguas radiactivas y baños de vapor.
- *Para mejorar las condiciones psíquicas:* duchas subacuáticas, piscinas de relajación y reposo activo.
- *Para la relajación indiferenciada:* se aplica la hidroterapia en bañeras, climatoterapia y psicorrelajación.

Reacciones adversas

Cuando se brinda la terapéutica termal en los balnearios y sus demás agentes fisioterapéuticos, pocas son las reacciones adversas que pueden observarse y en ocasiones, cuando se presentan trastornos en el organismo de los curistas, estos bien pueden deberse a errores de indicación, inadecuada dosificación, efectos colaterales o acciones secundarias adversas. Se debe insistir que en la inadecuada utilización de las aguas, bien sea por la dosificación o por las técnicas hidrotermales, estas pueden deberse a una mala aplicación o también a una hipersensibilidad e idiosincrasia del paciente. Las aguas mineromedicinales solo ejercen ligera modificación cuantitativa funcional en el organismo pero no modifican la estructura anatómica de los tejidos, sistemas o aparatos. La presencia de incidencias en reacciones adversas se ven con mayor frecuencia cuando se usan aguas excitantes, es decir hipertermales fuertemente mineralizadas. En los balnearios pueden observarse, como reacciones adversas, la crisis termal propiamente dicha y otras diversas respuestas o reacciones denominadas brote termal*f*, reacción termal terapéutica*f*, y las reacciones accidentales*f*.

Se define como crisis termal*f*, los episodios morbosos que se presentan al 5to. o 6to. día de la cura termal, con la sintomatología siguiente: malestar general, trastornos digestivos, cefalea, febrículas, cansancio, dolores vagos y en ocasiones, recrudecimiento de las manifestaciones clínicas propias de la entidad nosológica. El brote termal*f*, se caracteriza por la aparición de manifestaciones cutáneas diversas y la fiebre termal, en la que se destaca la elevación de la temperatura, que puede alcanzar hasta los 40 °C.

booksmedicos.org

Dentro de las técnicas hidrotermales que con mayor frecuencia están presentes en los balnearios se encuentran: posetas, piscinas, tanques, chorros, baño de vapor y duchas. Dadas las propiedades físico-químicas de las aguas, las aplicaciones terapéuticas brindan resultados muy favorables para la recuperación y rehabilitación de los curistas.

Cuba, una isla alargada y estrecha, bañada al norte por el Océano Atlántico y al sur por el Mar Caribe, dispone de múltiples y variados recursos naturales, tales como: aguas minerales y mineromedicinales, peloides, microalgas, aguas madres y salmueras en salinas, con un favorable clima marítimo, donde la temperatura promedio es de 24 °C y un sinnúmero de playas de significación turística, lo cual, unido a la tradición existente en el uso de los balnearios y a la cantidad de profesionales calificados de la medicina, geología, química, arquitectura y otras ramas técnicas de que se dispone, hace que el país disponga de condiciones muy favorables para el desarrollo de la balneoterapia.

Por las características geológicas del territorio, es posible encontrar en sus 14 provincias y en la Isla de la Juventud, diferentes tipos de aguas minerales y mineromedicinales, peloides y otros recursos naturales.

En las investigaciones relativas a cada uno de los recursos naturales relacionados con la actividad balneológica, han participado, desde 1984, diferentes organismos cubanos, tales como los Ministerios de la Industria Básica, el de Salud Pública y el de Turismo, así como el Instituto de Oceanología y la Oficina Nacional de Normalización y Control de la Calidad, entre otros.

En el país existen quince balnearios con aguas mineromedicinales de buenas calidades, de los cuales 5 cuentan con personal especializado que ofertan servicios y tratamientos termales.

Cuenta con el balneario de Elguea, con aguas de tan alta calidad como las del Mar Muerto*f* situado a 400 m bajo el nivel del mar en Jerusalén, por su alto contenido en sales minerales; agua clorurada sódica, magnesiana, sulfurada y radónica, entre otros, lo que permite garantizar una terapéutica adecuada para las afecciones osteomioarticulares (osteoartritis, reumatismo), secuelas neurológicas (polineuropatía, hemiplejía), secuelas traumáticas (esguinces, fracturas, hematomas), dermatosis (psoriasis, pitiriasis, dermatitis seborreica), strees y otras.

El balneario de San José del Lago, posee un agua bicarbonatada sódica de baja mineralización, con cierto contenido radónico, muy propia para la gastritis, dispepsias, strees, ansiedad, dermatosis, artritis y otras.

booksmedicos.org

Características de algunos balnearios cubanos

Balneario Elguea:

Ubicación: Corralillo. Villa Clara.
Tipo de agua: cloruradas sódicas.
Temperatura: 40 a 50 °C.
Componentes: cloro = 27 000 mg/L, Na = 13 000 mg/L, H2S = 40 mg/L, Br = 35 mg/L.
Clasificación: sulfuradas, radónicas, brómicas.
Mineralización: 40 - 60 g/L.
Caudal: 370 L/s.

Balneario de San Diego:

Ubicación: Los Palacios. Pinar del Río.
Tipo de agua: sulfatadas cálcicas.
Temperatura: 30 a 40 °C.
Componentes: SO_4 = 800 mg/L, H_2S = 18 mg/L, H_2SiO_3 = 40 mg/L.
Clasificación: sulfuradas, silíceas, fluoruradas.
Mineralización: 2,05 - 2,20 g/L
Caudal: 15 L/s.

Balneario Ciego Montero:

Ubicación: Palmira. Cienfuegos.
Tipo de agua: cloruradas sódicas.
Temperatura: 32 - 43 °C.
Componentes: H_2S = 12 mg/L H_2SiO_3 = 78 mg/L.
Clasificación: sulfuradas, silíceas.

Balneario San José del Lago:

Ubicación: Yaguajay. Sancti Spíritus.
Tipo de agua: hidrocarbonatadas, cálcicas, oligominerales.
Temperatura: 30-33 °C.
Componentes: HCO_3 = 330 mg/L, Ca = 70 mg/L, H2S = 0,99 mg/L.
Clasificación: débilmente radónicas, nitrogenadas.
Mineralización: 0,5 g/L
Caudal: 15,6 L/s.

booksmedicos.org

Balneario Santa María del Rosario:

Ubicación: Cotorro. Ciudad Habana.
Tipo de agua: bicarbonatadas sódicas.
Temperatura: 27 °C.
Componentes: HCO_3 = 450 - 600 mg/L, Cl = 310-590 mg/L, H_2S = 1 - 10 mg/L.
Clasificación: sulfuradas, silíceas.
Mineralización: 1,3 -1,5 g/L
Caudal: 4 L/s.

Todos estos balnearios cubanos (Fig. 4.10), cuentan con técnicas fisioterapéuticas que complementan las hidrotermales y esto unido al ambiente paisajístico, la climatoterapia, un sistema ecológico adecuado y la talasoterapia en algunos de ellos, permite que el equipo multidisciplinario compuesto por el médico de rehabilitación, fisioterapeuta, enfermera especializada, los termalistas, psicólogos, licenciados en Cultura Física y otros, brinden una terapéutica termal del más alto nivel, por su profesionalidad y carácter humanista.

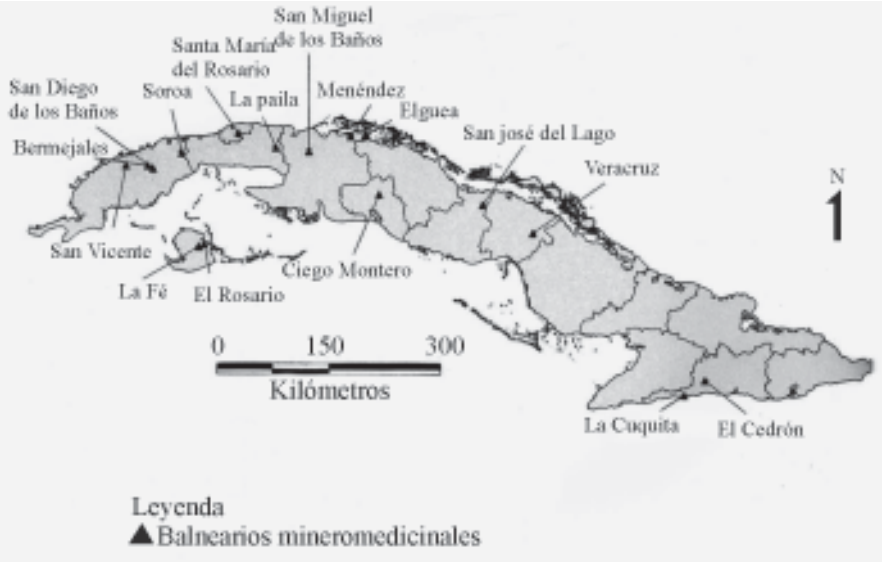


Fig. 4.10. Balnearios cubanos.

booksmedicos.org

CAPÍTULO 5: LUMINOTERAPIA O FOTOTERAPIA

booksmedicos.org

Luminoterapia o fototerapia se define como el uso de la luz con fines terapéuticos, que incluye la luz visible, tanto en su forma natural como artificial y otras formas de emisión como el láser.

La fototerapia, desde un punto de vista físico tiene 3 componentes: uno térmico (radiación infrarroja), uno visible responsable de la luminosidad y otro ultravioleta, más enérgico, responsable de reacciones denominadas fotoquímicas; como la síntesis de la vitamina D o la oxidación de la melanina.

CONCEPTO Y NATURALEZA DE LA LUZ

La naturaleza de la luz siempre ha sido objeto de estudios por el hombre. A fines del siglo XVIII predominó la teoría corpuscular de la luz: Está constituida por numerosos corpúsculos o partículas, que emitidos por los cuerpos incandescentes, se propagan linealmente a través de los medios transparentes, estimulando la visión al penetrar en el ojo. En estudios posteriores surge la teoría ondulatoria de la luz, a la par comienzan a estudiarse la radiaciones electromagnéticas. Ya en 1870, *Maxsuell* enuncia que las radiaciones electromagnéticas se propagan en forma de movimiento ondulatorio, señalando además que la luz debería de ser una forma de energía electromagnética.

En el inicio del siglo XX Plank descubre la teoría cuántica la cual plantea que la energía se propaga en forma de cuantos*f* o paquetes energéticos*f* y no por ondas continuas. Posteriormente, se comienza a estudiar el fenómeno fotoeléctrico (emisión de electrones por la superficie de ciertos metales al ser iluminados por un rayo de luz.

Einstein encontró que podía igualarse la energía de un rayo de luz incidente sobre una lamina de zinc a la suma de la energía cinética del electrón liberado, mas otra cantidad característica de cada sustancia fotosensible, a partir de esto explica su teoría cuántica en el campo de la electricidad. Así se llega al conocimiento que la luz está constituida, por pequeñísimos paquetes de onda diseminados y se propagan en todas direcciones del espacio, transportando una cantidad de energía determinada, proporcional a la frecuencia de su onda.

PROPIEDADES DE LA RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Para las aplicaciones médicas de las radiaciones empleadas en fototerapia, hay que tener en cuenta varias leyes y propiedades.

booksmedicos.org

Ley del inverso del cuadrado de la distancia. Establece que la intensidad de una radiación electromagnética que incide sobre una superficie determinada está en relación inversa con el cuadrado de la distancia entre el foco emisor y la superficie.

Ley del coseno. Establece que la máxima intensidad de la radiación sobre una superficie se obtiene cuando el haz incide perpendicularmente sobre esta, si la incidencia no es perpendicular la intensidad disminuye.

Ley de Brunce-Roscoe. El producto de la intensidad de la radiación por el tiempo de la aplicación elevado a una potencia n es constante. Por efecto fotobiológico se considera n igual a 1, por lo que para conseguir los mismos efectos puede manejarse el tiempo y la intensidad de forma que si la intensidad es el doble del tiempo, debe reducirse a la mitad y viceversa.

Ley de Grotthus-Draper. Desde el punto de vista de los efectos biológicos, solo es eficaz la radiación absorbida*f* por eso hay que tener en cuenta que, en la aplicación de radiaciones, hay una cantidad que se refleja en la piel o se dispersa. De este modo, en la metodología de tratamiento, cuando se calcula una dosis se hace pensando en la energía que se va a absorber, por lo que se evita a toda costa la reflexión, la dispersión en otros tejidos, se tiene en cuenta la capacidad de transmisión o penetración, la longitud de onda utilizada. Todo esto para llegar con la dosis requerida al tejido que se quiere estimular.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA LUZ EN SU INTERACCIÓN CON LOS TEJIDOS

Reflexión. Al interactuar con el tejido biológico, parte de los fotones pueden ser reflejados en todas las interfases, en el caso de la piel, en la interfase aire-epidermis, en la interfase epidermis-dermis, en la interfase dermis-hipodermis y así sucesivamente, en dependencia de la capacidad de penetración del haz incidente. La menor reflexión se consigue cuando el ángulo de incidencia del haz sobre la superficie es de 90 , situación que debe buscarse para evitar la pérdida de energía. Debido a las características de los tejidos biológicos, la reflexión que se produce es de tipo difuso.

Refracción. La refracción tiene lugar siempre que un haz de luz pasa de un medio a otro con diferente índice de refracción n. La consecuencia inmediata es la desviación de la trayectoria de dicho haz al atravesar la interfase entre ambos medios.

booksmedicos.org

Transmisión. Se refiere al recorrido del haz incidente dentro del tejido, es la proporción de flujo radiante que atraviesa el medio. Depende fundamentalmente del fenómeno de absorción, y de la reflexión, siendo inversamente proporcional para ambos casos. Se relaciona con el término de profundidad de penetración.

Cuando un haz de luz incide sobre un medio de espesor determinado, la luz transmitida que emerge de él dependerá de los fenómenos de absorción y dispersión, así como de la reflexión de las interfases del medio.

La radiación transmitida es inversa a la atenuación realizada por el medio.

Dispersión. Se refiere a una proporción del flujo radiante que se entretiene *f* dentro del tejido, puede ser la suma de la energía que se refleja, que se refracta, aunque atenúa la transmisión y que puede constituir un paso previo a la absorción. De modo que la dispersión de la luz en los tejidos tiene 3 importantes repercusiones: aumento de la reflexión, incremento de la absorción y distribución de la luz más isotrópica en la región distal a la superficie.

Absorción. Es el proceso que constituye el objetivo de la fototerapia, significa la cantidad de energía que se dona al tejido. Son múltiples las posibilidades de niveles de absorción, podrá ser una macromolécula contenida en la membrana celular, o una molécula en la matriz de un organelo, o dentro del material genético del núcleo celular, incluso una molécula libre en el intersticio o un átomo determinado. Es la única porción de energía que va a desencadenar un efecto biológico y por ende, un efecto terapéutico. Depende, en primer lugar, de la longitud de onda utilizada, una gran reflexión atenta contra ella.

EFECTOS GENERALES DE LA LUZ

Fotoquímicas. Es la propiedad de la luz de acelerar reacciones químicas, ejemplo: síntesis de la vitamina D.

Fototérmico. Se basa en el incremento de la energía vibracional de las moléculas al absorber la radiación, especialmente IR con lo que se produce el calentamiento de los cuerpos.

Luminoso. Incluye la fotoluminiscencia, el efecto fotográfico y el mecanismo de la visión. Existe una relación entre luminosidad y estado de ánimo.

booksmedicos.org

APLICACION MÉDICA DE LA LUZ VISIBLE

Diagnóstica. Sirve como fuente luminosa.

- *Endoscopia:* visualización de órganos internos por fibras ópticas.
- *Diafanoscopia:* estudio de la transmisión de luz a través de masa de tejidos del organismo. Con él se trata de apreciar si hay transmisión a través de una zona o no.

Terapéutica. Hiperbilirrubinemia del recién nacido. Consiste en la exposición a luz blanca intensa 460 nm (azul) que hace que en la piel y tejidos subcutáneos se produzcan isómeros de bilirrubina y estos son hidrosolubles, por lo que se eliminan por el hígado y el riñón sin necesidad de conjugación.

PRODUCCION DE UNA RADIACIÓN INFRARROJA

- Las radiaciones infrarrojas (IR), se producen por los cuerpos calientes, pues se deben a cambios de los estados de energía de electrones orbitales en los átomos o en los estados vibracionales y rotacionales de los enlaces moleculares.
- Todos los objetos a temperatura superior al cero absoluto (-273 °C) emiten radiación IR.
- La cantidad y longitud de onda de la radiación emitida dependerá de la temperatura y la composición del objeto considerado.
- El sol es la principal fuente de radiación natural IR, constituye el 59 % del espectro de emisión solar.
- La fuentes artificiales de producción de IR son los emisores no luminosos (que emiten IR distales) y las lámparas o emisores luminosos (que emiten IR proximales).

Las emisiones no luminosas consisten en resistencias eléctricas dispuestas, generalmente en espiral, sobre una superficie refractaria cerámica o menos frecuente, en forma de varillas o barras de resistencia rodeada de una superficie reflectante.

- Estas fuentes emiten gran cantidad de IR de onda larga entre los 1 500--12 500 nm, aunque también emiten cierta cantidad de IR proximal.
- Estos reflectores de IR alcanzan su máxima potencia tras unos minutos de conexión.

booksmedicos.org

Penetración. Se polemiza a cerca de la penetración de los infrarrojos en los tejidos a través de la piel. Algunos autores consideran que se puede alcanzar 0,5 cm de profundidad, mientras que otros llegan hasta 2,5 o 3 cm. En realidad, depende mucho de la potencia recibida en la piel, ya que, a más potencia mayor penetración; influyendo así mismo el grosor y tipo de piel.

Radiación infrarroja (IR)

Es una radiación electromagnética, cuya longitud de onda comprende desde los 760 - 780 nm, limitando con el rojo en la zona visible del espectro, hasta los 10 000 o 15 000 nm limitando con los microondas.

Desde el punto de vista terapéutico: es una forma de calor radiante que puede transmitirse sin necesidad de contacto con la piel, produce un calor seco y superficial, entre 2 y 10 mm de profundidad.

La Comisión Internacional de Iluminación (CIE) ha establecido 3 bandas en el IR.

IRA: 780 - 1 400 nm
IRB: 1400 - 3 000 nm
IRC: 3000 - 10 000 nm

Sin embargo, para los efectos prácticos y según sus efectos biológicos, suelen dividirse en IR distales, entre los 1500 -15 000 nm e IR proximales, entre los 760 nm y 1500 nm.

Biofísica

- Los IR distales se absorben casi en su totalidad en la primera décima parte del milímetro, solo el 6 % alcanza 1 nm de profundidad.
- El 30 % de los IR proximales producidos por el sol o las lámparas de tungsteno, alcanza el milímetro de profundidad (en el caso de lámparas de filamentos de carbono, el 15 %).
- Solo el 1-2 % llega a 1 cm.
- La radiación IR constituye una forma de calentamiento por conversión, a medida que los fotones se absorben, van transformándose en calor al aumentar la agitación de las moléculas de los tejidos absorbentes.
- Dada la característica de absorción se trata de un calor superficial que es el principal responsable de los efectos sobre el organismo.

Los emisores luminosos son lámparas especiales con filamentos de tungsteno (en ocasiones de carbono) dispuestos en un *ampollo* de cristal que contiene

booksmedicos.org

un gas inerte a baja presión con su reflector correspondiente para mejorar la direccionalidad del haz (Fig. 5.1).

- Este filamento se calienta hasta la temperatura de 1 900 °C y emite gran cantidad de IR proximal entre 760-15 000 nm; además abundante luz visible.
- Su radiación alcanza unos niveles de profundidad en 5 - 10 nm bajo la piel.

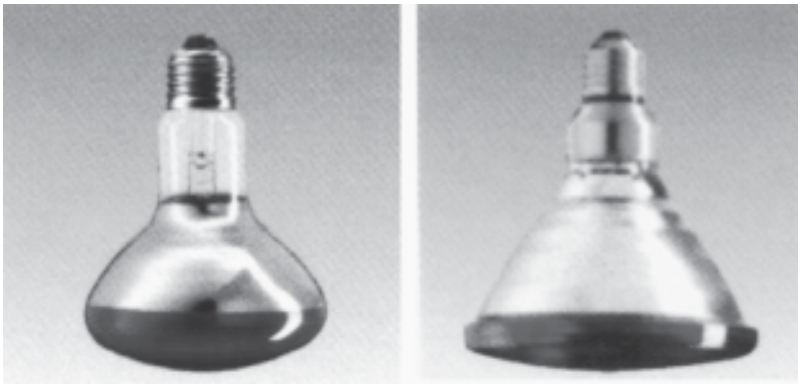


Fig. 5.1. Lámparas de IR.

Efectos fisiológicos de las IR

Locales:

- Eritema de aparición inmediata a la irradiación, debido a una vasodilatación subcutánea por el aumento de la temperatura que persiste de 30-60 min.
- Antiinflamatorio, debido al mayor aporte de nutrientes y células defensivas aportada por la hiperemia.
- Estimulación del trofismo tisular y celular.
- Aumento de la sudación sobre la musculatura estriada.
- Acción anti - contracturante sobre la musculatura estriada.
- Acción antiespasmódica sobre la musculatura lisa.
- Acción reflejo neurovegativo o visceral y efecto consensual.

Generales:

- Vasodilatación superficial generalizada (pueden producir hipotensión arterial) lipotimias.
- Redacción y relajación generalizada de todo el organismo (debido al calor sobre las terminaciones nerviosas y la acción muscular sistémica).

booksmedicos.org

Técnicas de aplicación y dosimetría

- Los reflectores deberán estar limpios y brillantes, para aprovechar al máximo el rendimiento.
- Revisar la conexión eléctrica, que debe tener toma de tierra.
- Tener en cuenta el precalentamiento de la fuente en el caso de las fuentes no luminosas.
- En la actualidad es más frecuente el uso de lámparas incandescentes para la terapia con IR.
- El paciente debe estar en una posición cómoda y relajada, ya que el tratamiento durará varios minutos. Deberá quitarse la ropa de la zona que hay que tratar, que estará desnuda y sin ningún tipo de cremas (Fig. 5.2).
- Deben quitarse todos los elementos metálicos como joyas, etc.
- Deben ser protegidas todas las zonas que no se han de tratar.
- Hay que tener en cuenta si el tratamiento será parcial o completo (en caso del complejo se utilizan varias lámparas entre 4-9 de 60 w dispuestas en un túnel reflector que cubre al paciente).
- Según la potencia de la lámpara, se situará entre 50 y 60 cm de la piel.
- La duración del tratamiento debe ser entre 15-30 min, en función de la intensidad utilizada y el efecto deseado.
- La unidad de medida de la intensidad de radiación IR se denomina pirón y equivale a 1 cal g/cm^2/min equivale a 69.7.10^3 W/cm^2.

Fig. 5.2. Tratamiento con calor IR.

booksmedicos.org

En la práctica se suele emplear la sensación subjetiva de calor como referencia, por ejemplo:

- Calor moderado (0,5 pirones) se percibe como ligero y agradable.
- Calor intenso (1 pirón) sensación de calor muy intenso, no agradable, pero soportable.
- Calor intolerable (1,5 pirones) calor muy intenso, sensación de dolor, eritema intenso y sudación.

El efecto analgésico puede obtenerse: con un calor moderado de 10-15 min de exposición.

El efecto antiinflamatorio: con una dosis media de 0,5-1 pirón, tiempo de exposición 30 min (baños de IR).

Indicaciones:

- Espasmos musculares.
- Artrosis.
- Cervicobraquialgias.
- Mialgias por tensión o esfuerzo físico.
- En erosiones de la piel y en zonas húmedas como pliegues inguinales y glúteos.
- Alteraciones congestivas de la circulación sanguínea y linfática, celulitis, etc.
- Artritis reumatoides.
- Lumbociatalgias.
- Dolor imitativo (neuritis, neuralgias).
- Enfermedad oclusiva arterial.
- Previo al ejercicio.
- En instalaciones de talasoterapia previo el tratamiento con barro y fango.
- En medicina estética para mejorar el trofismo celular.

Contraindicaciones:

- Enfermedad cardiovascular avanzada, alteraciones de la circulación periférica.
- Trastorno de la sensibilidad o zonas anestésicas de la piel.
- Etapas agudas de la inflamación.
- En la hipertensión arterial.
- Durante el período menstrual en la mujer.
- Hemorragias recientes.

booksmedicos.org

Peligros de una aplicación inadecuada de los IR son:

- Producción de una quemadura local.
- Aparición de lipotimias en zonas extensas.
- Aparición de cataratas en caso de exposición prolongada y continua a IR.

Precauciones:

- Mantener los reflectores limpios y brillantes.
- En caso de utilizar fuentes no luminosas encenderlas 5-10 min antes del tratamiento.
- Quitar elementos metálicos como reloj y revisar cada 5 min.
- Mantener el tratamiento entre 15-20 min.
- Proteger los ojos con gasas húmedas de espesor suficiente.
- Proteger zonas sensibles al calor: pezones, genitales, cicatrices y piel nueva o atrófica.

Factores que aumentan la temperatura corporal

Vía simpática:

- Aumento del tono muscular, movimientos clónicos o ejercicio muscular activo.
- Aumento del metabolismo de etiología hormonal.
- Vasoconstricción periférica.

Factores que disminuyen la temperatura corporal:

- Los antagónicos a los anteriores.
- Sudación.
- Aumento de la temperatura superficial, con lo que se conseguirá la eliminación del calor exterior.

RADIACIÓN ULTRAVIOLETA (UV)

Pertenece a la franja del espectro electromagnético, con longitudes de onda entre 400 y 200 nm aproximadamente. Se extiende desde la parte violeta del espectro visible hasta la zona de los rayos X blandos; aunque ambos límites son arbitrarios. El límite de la radiación visible depende de la sensibilidad del ojo humano y viene determinado por los diferentes medios transparentes que ha de atravesar para alcanzar la retina, en especial el cristalino.

booksmedicos.org

La diferencia con los rayos X reside en el mecanismo de emisión: la radiación UV se origina a partir de transiciones electrónicas de las capas exteriores de los átomos, en cambio en los rayos X, las transiciones corresponden a electrones de la capa exterior.

Se detectan fácilmente, debido a que posee gran actividad fotoeléctrica y fotoquímica. Sin embargo, la materia la absorbe con gran facilidad, lo que plantea problemas de transmisión en diferentes medios.

Características físicas:

- La principal característica física de la radiación UV es la posibilidad de producir excitaciones en los átomos, que provocan reacciones químicas. En esta se basan sus diferentes efectos que son pendientes de la energía, es decir, la longitud de onda.
- Para la correcta aplicación de UV con fuentes artificiales, hay que tener en cuenta aspectos físicos generales de la fototerapia, como la ley del coseno de Lambert y la ley del inverso cuadrado de la distancia.
- Desde el punto de vista médico-biológico, solo interesan las radiaciones con una longitud de onda de 200-400 nm.

Clasificación de la radiación UV:

	Longitud de onda (nm)	Energía Fotón (ev)
UVA	320 - 400	3,9 - 3,1
UVB	290 - 300	4,3 - 3,9
UVC	200 - 290	6,2 - 4,3

La radiación A (UVA) abarca longitudes de onda entre 320 y 400 nm, es la parte menor energética de la radiación UV. Tiene importancia por su capacidad para producir bronceado con un mínimo de eritema cutáneo. Se emplea para el bronceado de la piel y el tratamiento de psoriasis.

La radiación B (UVB) se extiende entre los 320 y 290 nm, no es útil para el bronceado, ya que a igual que los UVA es 200-2000 veces más probable que produzca eritema y quemadura. Se indica en el tratamiento de la psoriasis.

La radiación C (UVC) se extiende entre los 200 y 290 nm en la posición más energética del espectro, de forma que posee una importante acción bactericida. Las fuentes artificiales se emplean para la esterilización. Se indica en el tratamiento de micosis y úlceras de decúbito.

booksmedicos.org

Acción biológica

- Fotoquímica (acelera reacciones químicas).
- Síntesis de vitamina D.
- Acción carcinogénica.
- Pigmentación de la piel.
- Estimulación de la queratogénesis.
- Acción carcinogénica.
- Formación de eritema (por la absorción de fotones).

Síntesis de vitamina D. Otra de las reacciones de importancia biológica es la conversión de la provitamina D en vitamina D_3. Las provitaminas (ergosterol y 7-dehidrocolesterol) provienen de la alimentación; las que llegan a la piel por la circulación sufren la acción de la radiación UV (270-320 nm) y se transforman en vitamina D_3. La vitamina D_1 entre otras acciones, es necesaria para la absorción intestinal del calcio procedente de los alimentos. El déficit de vitamina D origina alteraciones óseas y raquitismo.

Acción bactericida. La radiación UV tiene también efectos destacados sobre las proteínas y ácidos nucleicos. Mediante dosis elevadas de UVB, pueden desnaturalizarse las proteínas, que, sí son esenciales, pueden producir la muerte biológica. Este efecto se utiliza para esterilizar el agua y la sangre, para trabajar en cámaras de cultivos celulares o similares, y para mantener estéril el instrumental procedente de autoclaves, mediante la irradiación en vitrinas con luz UV. Esta acción bactericida se consigue con longitudes de onda inferiores a los 290 nm (UVC).

Pigmentación de la piel. La epidermis presenta un complejo mecanismo protector de la radiación solar. Tradicionalmente se ha considerado la melanina como el verdadero y único filtro para la radiación UV, aunque cada vez se le concede más importancia como filtrante solar a los queratinocitos, lípidos y proteínas epidérmicas.

La radiación UVA puede producir pigmentación inmediata por fotoxidación de la melanina, sin estimular la melanogénesis. Este efecto se observa en la primera hora, tras la exposición, y desaparece a las 3 h. Los UVA producen también una transferencia inmediata de melanina, desde los melanosomas, hasta los queratinocitos. Los primeros días de exposición al sol, el número de melanosomas y la concentración de gránulos de melanina son escasos, por lo que este efecto tiene un resultado pasajero y desaparece tras varias horas. Este mecanismo es el causante de la impresión de bronceado tras el baño solar de primer día y se produce hasta que se implanta la verdadera melanogénesis.

booksmedicos.org

La radiación UVB es la causante del verdadero bronceado, pigmentación verdadera o melanogénesis, aunque produce también una pigmentación directa por fotoxidación no enzimática, denominada pigmentación retardada, con inicio a las 24 h (máximo a las 100 h) y desaparición a las 160 h.

La pigmentación verdadera es un proceso enzimático, en el que, a partir de la tirosina y su transformación en dopa, se continúa el proceso metabólico hasta la síntesis de melanina. Este proceso se establece en un plazo de 48 h tras la exposición y tiene su máximo a los 14 días; desaparece a las 4-6 semanas de abandonar la exposición.

La verdadera melanogénesis por UVB se acompaña de hiperemia y cambios en el potencial redox, producidos por la presencia de vitamina C y está influida por hormonas relacionadas con la tirosinasa, como andrógenos, estrógenos y la hormona estimulante de los melanocitos (MSH).

Estimulación de la queratogénesis. La radiación UVB estimula las mitosis de los queratinocitos y produce engrosamiento del estrato córneo, que puede triplicarse a las 72 h de exposición solar y actúa como defensa frente a la radiación. A las 6 semanas de abandonar la exposición, el grosor epidérmico desciende hasta niveles normales.

Acción carcinogénica. Dentro del espectro UV que alcanza la superficie del planeta Tierra, el componente que encierra más peligrosidad es el UVB, por tener la capacidad de dañar la cadena de ADN. Actualmente se considera que estas radiaciones son culpables del 90 % de los cánceres de piel, incluido el melanoma, cuya mortalidad supera la del resto de las neoplasias dérmicas. Muchos investigadores opinan que el factor clave de la producción del melanoma no reside tanto en la exposición continuada a la radiación solar como en la frecuencia de quemaduras solares en la infancia.

Formación del eritema. El mecanismo reactivo exacto del eritema UV no está muy bien determinado. La formación del eritema depende de varios factores directamente. En primer lugar, es la absorción de fotones por parte de las proteínas de las células de la epidermis la que determina la aparición del eritema y su intensidad. La absorción de una cantidad suficiente de estos fotones produce la desnaturalización de las proteínas, que es un fenómeno independiente de la temperatura. Tras un período de varias horas, las células dañadas liberan vasodilatadores, que determinan la aparición del eritema. La velocidad de este último paso depende de la temperatura existente en la piel.

El ultravioleta B tiene mucha más capacidad de producción de eritema que el UVA. El sol tiene la mínima longitud de onda para producir eritema en torno

booksmedicos.org

a los 306 nm (UVB), pero, debido a la gran cantidad de UVA presente en la radiación solar que llega a la tierra, alrededor del 15 % de la capacidad del sol para producir eritema se debe al UVA.

Los umbrales de eritema varían significativamente con la pigmentación de la piel y con el espesor del estrato córneo; la piel oscurecida y engrosada es altamente fotoprotectora, y puede llegar a filtrar hasta el 90 % de la radiación. En cambio, la piel desprotegida puede verse afectada por el eritema actínico, producido principalmente por la radiación UVB. Cada individuo posee una capacidad particular de resistir a la radiación UV. Para pieles muy oscuras, los umbrales de eritema pueden ser 10 veces mayores que para pieles caucasianas muy claras.

Fuentes de producción

- Lámpara de cuarzo caliente.
- Lámpara de cuarzo frío.
- Lámpara solar.
- Lámpara de luz negra.
- Lámpara fluorescente.

Técnicas de aplicación

1. En primer lugar, hay que familiarizarse con el aparato de UV y conocer bien su funcionamiento. La suciedad de lámparas y reflectores produce alteraciones de la calidad de emisión, por lo que estos se deben mantener limpios. Antes de la terapia, se debe comprobar el correcto funcionamiento del equipo.
2. Deben protegerse los ojos del paciente, tanto de la radiación directa como de la radiación dispersa; para ello pueden utilizarse gasas empapadas en agua o protectores especialmente diseñados. En ocasiones, los equipos disponen de pantallas que actúan a la vez como protector y reflector.
3. Debe conocerse con certeza la dosis mínima eritema (MED) de la fuente; de lo contrario, se debe calcular. Es recomendable que se calcule para cada paciente.
4. Los dispositivos para medir el tiempo deben ser exactos y apropiados.
5. Debe medirse la distancia a la piel, nunca estimarla aproximadamente.
6. Las cicatrices y áreas de piel atrófica se deben proteger, así como el área genital y otras zonas poco habituadas a la exposición a UV.

Dosimetría. Como ocurre con otros agentes físicos, la dosimetría de UV presenta 2 problemas: por una parte, la determinación de su calidad (longitud

booksmedicos.org

de onda), y por otra, el cálculo de la calidad de la radiación se realiza por espectroscopia o mediante el empleo de filtros. Para medir la intensidad de un haz de radiación UV se realiza la cuantificación de alguno de sus efectos fotoquímicos, lo que constituye la base de muchos dosímetros.

Desde una perspectiva física, la cantidad de radiación emitida por el haz acostumbra a medirse en ±W.min.cm o en eV. Clínicamente, en lugar de tomar como medida un efecto fisicoquímico, suele tomarse un efecto biológico. A efectos prácticos, se utiliza la dosis eritema, que indica la cantidad de radiación UV necesaria para producir un eritema en unas condiciones establecidas. La dosimetría varía en función de la piel del individuo (la resistencia a la aparición de eritema) y de la fuente emisora que se utilice. De esta forma, los tratamientos suelen expresarse en dosis mínima eritema (MED), que se define como la menor dosis que produce un eritema mínimo 8 h más tarde de la exposición. Es, por lo tanto, un valor empírico (fuente-individuo) que se debe medir para cada fuente 2-3 veces al año como mínimo. Las dosis dependen de la edad, el color de la piel y otros factores individuales, por lo que autores como Snyden-Mackler y Seitz defienden que se debe realizar un *test* para cada paciente.

El cálculo de la MED suele realizarse en la cara anterior del antebrazo mediante un sencillo test.

Se emplea una pieza de material opaco a la radiación UV, en la que se abren varias ventanas de 1 o 2 cm^2. El resto de la zona se debe cubrir y proteger de la luz UV.

La lámpara se dispone perpendicularmente a la zona del test, a 60-80 cm, y van descubriéndose las ventanas para diferentes tiempos de irradiación, como: 240, 120, 60 y 30 s debido al período de latencia, la piel se debe examinar alrededor de 8 h después.

De esta forma, los tiempos de aplicación que no hayan conseguido enrojecimiento perceptible de la piel se consideran dosis suberitema, mientras que el tiempo mínimo para alcanzar un suave enrojecimiento de la piel, que aparece 8 h después y desaparece a las 24 h (eritema de primer grado), es la dosis mínima eritema (MED).

Los cambios de pigmentación suelen tener lugar con exposiciones repetidas y la descamación es muy infrecuente a dosis de 1 MED.

El eritema de segundo grado es más pronunciado, parecido a la quemadura solar leve, y dura varios días; produce cierta incomodidad, proporcional a la superficie irradiada.

booksmedicos.org

El eritema de tercer grado tiene un período de latencia menor y ofrece el aspecto de una quemadura solar grave. La piel adquiere un feo aspecto rojo, caliente y edematoso, que suele acompañarse de cambios descamativos y posterior pigmentación.

El eritema de cuarto grado corresponde a una quemadura solar de segundo grado, con aparición de ampollas.

De esta forma, una vez calculada la MED, puede establecerse el daño previsible en la piel para dosis diferentes:

- 1 MED produce un eritema mínimo a las 8 h.
- 2,5 MED producen eritema de segundo grado, tras un período de latencia de 6 h; perdura 2-4 días y se acompaña de descamación.
- 5 MED producen eritema de tercer grado tras un período de latencia de 2 h, seguido de edema y descamación marcada.
- 10 MED producen eritema de cuarto grado con ampollas.

Está descrito que, en un mismo individuo, la disminución de la sensibilidad permite aumentar la dosis, al igual que la tolerancia a la exposición solar aumenta con el tiempo. Así, el tiempo para mantener cada grado de eritema varía, de forma que:

- 1 MED aumenta habitualmente el 35 % por tratamiento y por día.
- El eritema de segundo grado requiere incrementos del 50 %.
- Los eritemas de tercer y cuarto grados requieren incrementos del 75 %.

A partir de los 4-6 min, puede calcularse el tiempo equivalente a una distancia más corta, según la expresión:

$$t_2 = t_1 - d_2^2 / d_1^2$$

Donde t_2 y d_2 son el tiempo y la distancia nuevos, y t_1 y d_1 corresponden a los antiguos.

Sistemas de producción e instrumentación

Las radiaciones UV son emitidas por numerosas fuentes naturales (sol, estrellas) y artificiales (lámparas de UV).

En medicina, la radiación ultravioleta se produce artificialmente mediante el paso de una corriente eléctrica a través de un gas, generalmente mercurio

booksmedicos.org

vaporizado. Los átomos de mercurio (arco de vapor de mercurio) son excitados por colisiones con los electrones, que fluyen entre los electrodos de la lámpara. Al desexcitarse, emiten en un espectro constituido por un número limitado de longitudes de onda (líneas espectrales), correspondientes a las transiciones electrónicas, que son características de átomo de mercurio. La intensidad relativa de las diferentes longitudes de onda de espectro depende de la presión de vapor de mercurio. Para las lámparas que contienen vapor de mercurio a presión cercana a la atmosférica, la radiación se emite en las regiones UVC, UVB, UVA, visible e infrarrojo cercano. Añadiendo a la lámpara pequeñas cantidades de compuestos metálicos, como yoduro de plomo o de hierro, tanto la potencia como el espectro emitido (especialmente en el UVA) pueden intensificarse.

Lámparas de cuarzo caliente. Llevan una presión de mercurio elevada. Emiten a 265, 297, 302, 313 y 366 nm. Las MED suelen ser del orden de 15 s a 75 cm. Algunas llevan acoplados dispositivos de enfriamiento.

Lámparas de cuarzo frío. Se utilizan como germicidas. Funcionan a una presión de mercurio relativamente baja y operan a 60 °C. Casi la totalidad de la radiación es de 254 nm.

Lámparas solares. Poseen un filamento de tungsteno que vaporiza el mercurio hasta formar un arco. Presentan una cubierta de vidrio, que transmite la luz UV. Las MED se miden en minutos. Suelen disponerse junto a emisores IR para emular el espectro de radiación solar.

Lámparas de luz negra. Poseen filtros que absorben la luz visible. Pueden ser de cristal de fosfato oscurecido o de cristal de óxido de níquel. Permiten la observación de fluorescencia inducida por UV. Se emplean en el diagnóstico de determinados trastornos de la piel y el ojo.

Lámparas fluorescentes. Actualmente, está en pleno auge la producción de UV mediante tubos o lámparas fluorescentes. Estos tubos están rellenos de argón, con una pequeña cantidad de vapor de mercurio a baja presión, de forma que emiten radiación ultravioleta al paso de la corriente. La pared interna del tubo está recubierta con una capa de fósforo, que hace de filtro. A bajas presiones, en el vapor de mercurio hay una línea espectral predominante de 253,3 nm, que es eficientemente absorbida por el fósforo. Esto conduce a una reemisión de radiaciones de mayor longitud de onda, por un fenómeno de fluorescencia, dependiente de la naturaleza química del material de fósforo. Los compuestos fosfóricos tienen capacidad para producir la fluorescencia en la región visible (tubos fluorescentes para iluminación), en la UVA o en la UVB. Estas lámparas pueden ser para tratamiento local (Fig.5.3), y pueden ser en forma de cámara para tratamiento de todo el cuerpo (Fig. 5.4).

booksmedicos.org

Fig. 5.3. Lámpara de UV.

Fig. 5.4. Cámara de UV.

Indicaciones

- Psoriasis.
- Acné quístico.
- Raquitismo.
- Tratamiento de úlceras y heridas.
- Bronceado.

Contraindicaciones

- Albinismo.
- Piel atrófica.
- Empleo de fotosensibilizantes o antecedentes de ellos.
- Erupción por herpes simple.
- Carcinoma de piel.
- Lupus eritematoso sistémico.
- Xerodermia pigmentosa.

booksmedicos.org

Efectos adversos

- La quemadura de sol o por exposiciones a fuentes artificiales se debe, principalmente, al UVB. La aplicación cuidadosa de UV, con las precauciones expresadas anterior-mente, no suele traducirse en quemaduras ni lesiones oculares.
- Enfermedades inducidas o agra-vadas por la luz:
  - Reacción polimorfa a la luz.
  - Urticaria solar.
  - Porfiria.
  - Melasma.
  - Lupus eritematoso sistémico.
- Fototoxicidad.
- Envejecimiento de la piel, debido principalmente al UVA.
- Cáncer de piel (espinocelular, basa-lioma, melanita), debido principal-mente a UVB.

Deben tomarse precauciones en aquellos pacientes que toman medicación o productos fotosensibilizantes.

- Tetraciclinas, sulfamidas, griseofulvina.
- Clorotiazidas y derivados.
- Fenotiacinas y antidepresivos tricíclicos.
- Sulfonilureas y difenilhidantoína.
- Psoralenos.
- Alquitrán, nicotina.
- Jabón verde.

LÁSER

La palabra láser es un acrónimo de las palabras inglesas: *Light Amplification by Stimulated Emisión of Radiation*, es decir, amplificación de luz mediante emisión estimulada de radiación. Realmente representa el nombre de un dispositivo cuántico, que sirve para generar ondas electromagnéticas de la gama óptica.

Se define como laserterapia la acción sobre el organismo de una terapia energética, siendo la energía lumínica aportada la mayor responsable del resultado terapéutico. El láser proporciona una forma de emisión de radiación luminosa de características especiales.

booksmedicos.org

La radiación láser es monocromática (una sola longitud de onda), posee una gran direccionalidad (escasa divergencia), y puede concentrar un elevado número de fotones en fase de áreas muy pequeñas. Estas características han permitido una gran diversidad de aplicaciones en el campo de la tecnología actual y, en concreto, en la medicina.

Las primeras aplicaciones médicas del láser correspondieron a la cirugía. Se comenzó empleando en la fotocoagulación de tumores de la retina; pronto se aprovecharon las propiedades fototérmicas y fotoablativas de la elevada concentración energética en áreas muy pequeñas, para la utilización reglada del láser quirúrgico*f* en cirugía.

A partir de experiencias realizadas a principios de los 70, se comenzó a observar que la irradiación láser de bajo nivel energético, sin llegar a producir efecto térmico, podía tener una acción estimulante sobre ciertos procesos biológicos, como la cicatrización o la resolución del edema y la inflamación. Esta modalidad atérmica*f* de tratamiento constituye la laserterapia de baja intensidad o de baja potencia, de especial interés en medicina física, a la que se dedicará principalmente este capítulo.

Características físicas de la emisión de láser

Para la emisión de luz visible a partir de un foco, debe comunicarse a él una energía (térmica, eléctrica, química, etc.) que excite sus átomos. Generalmente se producirá una desexcitación inmediata con emisión continua de radiaciones, que: a) son heterocromáticas (de distinta longitud de onda), b) no son coherentes (no se encuentran en fase), y c) se propagan en todas las direcciones del espacio.

La radiación láser posee todas las propiedades de la luz; sin embargo, se caracteriza por ser: monocromática (todos sus fotones tienen igual longitud de onda), coherente (todos los fotones se encuentran en fase temporal y espacial) y direccional (el haz de radiación presenta escasa divergencia, fruto de las 2 características anteriores). La principal utilidad práctica de la radiación láser reside en que concentra un gran número de fotones por unidad de superficie.

Monocromaticidad. La buena definición de la frecuencia de la luz emitida, esto es, la monocromaticidad, es una de las principales características de la radiación láser. Permite aprovechar las características físicas y biológicas que posee la radiación de una longitud de onda determinada. Actualmente, existen láseres que emiten en el visible, infrarrojo, ultravioleta e incluso, en la banda espectral de los rayos X. Algunos láseres, como los de colorantes, permiten sintonizar la emisión dentro de una gama de frecuencias.

booksmedicos.org

Coherencia. En contraposición a la radiación luminosa convencional, de componentes desorganizados o incoherentes, la radiación coherente es aquella en la que todos sus fotones están en fase. Al coincidir en una misma dirección de propagación, los estados vibracionales se suman. El resultado es un efecto de amplificación en la intensidad luminosa emitida, característica de la radiación láser.

Direccionalidad. La disposición de una cavidad resonante, uno de los más importantes requisitos técnicos en la construcción de los sistemas láser, proporciona otra de las características de esta radiación, su escasa divergencia. Dado que solo se amplifican los fotones emitidos en el sentido de un eje del material emisor, la radiación resultante posee una marcada direccionalidad de emisión, lo cual la hace idónea para diversas aplicaciones prácticas, en las que se requiere precisión en la iluminación.

Producción de radiación láser

Un sistema de emisión láser debe constar, necesariamente, de un medio activo, un sistema de bombeo y una cavidad resonante. Al desexcitarse los átomos del medio activo, se genera radiación monocromática de longitud de onda característica, fenómeno que se estimula en presencia de otra radiación de igual longitud de onda. El sistema de bombeo debe aportar la energía necesaria para producir la excitación de los átomos. Por último, la cavidad resonante, constituida por 2 paredes reflectantes paralelas, consigue un gran flujo de fotones en la misma dirección. Uno de los espejos de la cavidad resonante, parcialmente reflectante, permite la emisión de un haz de radiación con escasa divergencia. Al mismo tiempo, los fotones que se encuentran en resonancia*f*, a su paso por el medio activo, estimulan la emisión de más radiación.

Medio activo. Toda unidad productora de radiación láser está constituida por un medio activo, en cuyo seno tiene lugar la emisión estimulada. Para que ello sea posible, es indispensable que una radiación, cuya frecuencia esté en resonancia con la correspondiente a la transición entre 2 niveles del medio activo, incida en él. El resultado de la emisión estimulada será una serie de fotones, todos de idéntica frecuencia que a su vez provocarán más emisión de radiación, de forma que se origina una especie de reacción en cadena*f* de producción de fotones. Las ondas resultantes de estas transiciones inducidas poseen idéntica frecuencia, fase, dirección de propagación y estado de polarización que la radiación inicial que provocó dichas transiciones.

La emisión láser es posible cuando en el material del medio activo se implican solo 2 niveles energéticos, uno estable y otro de excitación, aunque es frecuente que se utilicen materiales con un nivel metaestable, al que los electro-

booksmedicos.org

nes llegan por emisión espontánea desde el nivel de excitación, y desde el cual se producirá la emisión estimulada. Algunos emisores láser implican 4 o más niveles energéticos.

Desde la construcción del primer láser de rubí, se ha desarrollado un gran número de sistemas láser en el que se utilizan medios sólidos, incluidos los semiconductores; líquidos y gaseosos. El material que constituye el medio activo es, básicamente, el elemento que determina la longitud de onda de la emisión.

Para obtener un proceso de emisión láser, es necesario alcanzar las condiciones umbrales de funcionamiento que permitan la reacción en cadena de fotones estimulados. Debe conseguirse que haya mayor número de electrones en el nivel energético de excitación que en el nivel de energía estable. Este fenómeno se conoce como inversión de población f.

Sistema de bombeo. Los emisores de radiación láser emplean sistemas de bombeo para elevar los electrones a niveles energéticos superiores. Estos sistemas aportan energía externa para aumentar el número de átomos excitados y así garantizar la inversión de población.

Existen diversos sistemas de bombeo. De forma simplificada, pueden dividirse en:

- Bombeo eléctrico, cuyo fundamento consiste en hacer pasar una corriente eléctrica a través del material activo, habitualmente un gas (por ejemplo: láser de He-Ne), o a través de la unión PN de un semiconductor (por ejemplo: láser de As-Ga).
- Bombeo óptico (por ejemplo: láser de rubí), en el que se emplea una fuente luminosa, del tipo de lámpara de flash de xenón u otro láser, generalmente de menor longitud de onda.
- Bombeo químico, basado en la energía liberada en la creación y ruptura de enlaces químicos (por ejemplo: láser de flúor-hidrógeno).

Cavidad resonante. Una vez creada y mantenida la inversión de población en el medio activo, el hecho que completa el proceso de producción láser es el empleo de una cavidad resonante, compuesta por 2 espejos perfectamente paralelos, uno en cada extremo del material activo. El láser está construido de forma que el haz de radiación, al reflejarse, pase sucesivas veces por el medio activo; de este modo, el número de fotones emitidos se amplifica a cada paso. Uno de los 2 espejos es parcialmente reflectante y permite que parte del haz salga fuera de la cavidad.

booksmedicos.org

La cavidad resonante permite alcanzar 3 objetivos esenciales:

- Aprovechar al máximo la inversión de población.
- Realizar la amplificación en una única dirección.
- Lograr la predominante monocromaticidad de la emisión.

Cuando la inversión de población ha producido la caída espontánea de unos cuantos electrones al nivel estable, origina los fotones, con la frecuencia adecuada para iniciar la reacción en cadena de emisión estimulada, en un medio que siempre mantiene un nivel de población invertida -gracias al sistema de bombeo- y en el que constantemente hay fotones de idéntica frecuencia pasando a su través, manteniendo la emisión estimulada hasta que cese el bombeo energético.

Clasificación

- Longitud de onda.
- Medio activo.
- Forma o régimen de emisión.
- Bombeo.
- Potencia.

Longitud de onda:

- Visible: 380 -780 nm.
- Invisible:
  - Infrarrojo más 780 nm.
  - Ultravioleta menor 380 nm.

Medio activo:

- Sólido: diodo.
- Líquido: colorantes orgánicos.
- Gaseoso:
  - Atómico, ej. He-ne.
  - Ionico, Ej. Argón.
  - Moleculares, ej. $Co_{2.}$

Forma o régimen de emisión:

- Continuo.
- Pulsado.

booksmedicos.org

Bombeo:

- Químico.
- ›ptico.
- Térmico.
- Gasodinámico.
- Descarga eléctrica con gases.
- Bombardeo nuclear.
- Inyección eléctrica.

Potencia:

- Baja menor de 1 W.
- Alta mayor de 1 W.

Aplicaciones del láser en medicina y biología

El empleo de la radiación láser con fines quirúrgicos aprovecha una elevada concentración de energía en una pequeña superficie, para destruir o volatilizar los tejidos. El efecto térmico de la radiación láser de elevada potencia, la coherencia, precisión en diámetro y tiempos de impacto del haz emitido, así como la posibilidad de transmisión por fibras ópticas y sistemas microscópicos, son los fundamentos técnicos de gran parte de las aplicaciones del láser en medicina. En la actualidad, existen indicaciones de su uso perfectamente establecidas en oftalmología, ginecología, cirugía general, etc.

A mediados de los 60, se observaron efectos muy interesantes al utilizar radiación láser a energías muy inferiores, que ni siquiera producen aumento de temperatura.

Actualmente existen láseres que cubren desde el infrarrojo al ultravioleta, con una gran variedad en potencia de salida y grado de monocromaticidad. Algunos tienen la posibilidad de generar impulsos de duración inferior al picosegundo. Otros, como los de colorantes y los de centros de color, permiten obtener una luz cuya longitud de onda puede variarse a voluntad del experimentador. Esta diversidad de prestaciones ofrece la posibilidad de seleccionar el equipo adecuado a cada uso, quirúrgico y no quirúrgico.

Láseres de alta potencia

El efecto térmico de la radiación láser de elevada potencia, del orden de watios, sobre los tejidos es la base del denominado láser quirúrgico*f*. Los requerimientos básicos de un láser quirúrgico son: potencia elevada, emisión

booksmedicos.org

continua o alta tasa de impulsos y una longitud de onda que facilite una buena absorción tisular.

Las ventajas del láser quirúrgico sobre otras técnicas quirúrgicas convencionales consisten en la obtención de un mayor grado de hemostasia y asepsia, así como la tendencia a la curación y cicatrización de las heridas de forma más rápida y estética, con reducción -por lo tanto- del riesgo de trombosis vasculares. A su vez, el láser acelera la resolución de los edemas y cataliza reacciones químicas, que intervienen en la transmisión de calor y en la liberación de determinadas sustancias. Los principales tipos de láser empleados en cirugía son: el láser de rubí, el de dióxido de carbono, el de argón y el de neodimio-YAG.

Laser de rubí. Su longitud de onda es de 694 nm, lo que le confiere el color rojo característico a su radiación. En los primeros estudios sobre el láser como fotocoagulador oftalmológico, se utilizaron láseres de rubí, con resultados muy satisfactorios en el tratamiento del desprendimiento de retina. Más tarde fue sustituido por el láser de argón, de forma que en la actualidad su uso es muy reducido.

Laser de dióxido de carbono (CO_2). El láser de CO_2 es uno de los láseres quirúrgicos por excelencia*f*, ya que posee una alta precisión y consigue que las pérdidas sanguíneas sean mínimas, en comparación con otros instrumentos de corte. Emite una radiación infrarroja con una longitud de onda de 10 600 nm. Una característica fundamental de este tipo de láser es el mínimo daño residual que produce sobre el tejido en que actúa, por lo que reduce considerablemente la formación de tejido cicatricial. Sus aplicaciones más importantes se desarrollan en el campo de la cirugía general, cirugía plástica, ginecología y neurocirugía, donde se emplean potencias que van desde los 4 a los 35 W.

Láser de argón. La aparición del láser de argón ha desplazado el láser de rubí en el área oftalmológica, pues su radiación de color verde (414 nm de longitud de onda) presenta mayor absorción intravascular. Los láseres de argón utilizados actualmente en oftalmología permiten impactos de 10 a 100 µm de diámetro, en tiempos de exposición de 1/10 a 1/100 s. Sus aplicaciones más importantes se desarrollan, además de en oftalmología, en dermatología, gastroenterología, neurocirugía y otorrinolaringología.

Tanto la irradiación del láser de argón (414 nm) como la del láser de CO_2 (10 600 nm), interaccionan con los tejidos en condiciones óptimas. Aunque el láser de CO_2 (5-50 W) tiene, por lo general, mayor potencia de salida que el de argón (1-15 W), ambos se emplean -como se ha citado anteriormente- en diversas aplicaciones quirúrgicas.

booksmedicos.org

Laser de neodimio-YAG. El láser de neodimio-YAG (Ytrio-Aluminio-Granate), si bien presenta una menor absorción tisular que los anteriores, posee una potencia de salida mucho mayor (20-120 W). Emite en el infrarrojo proximal, con una longitud de onda, de 1 060 nm. Su radiación puede transmitirse por fibra óptica con escasa pérdida de potencia, lo que lo hace idóneo para cirugía endoscópica. Sus aplicaciones, por tanto, se desarrollan en cirugía endobronquial, gastroenterología, urología y neurocirugía.

Láseres de baja potencia

Estos láseres trabajan con potencias inferiores a las de los quirúrgicos, del orden de miliwatios, y no elevan la temperatura tisular, sino que su acción se basa, principalmente, en efectos fotoquímicos.

Los principales láseres de este tipo son: el láser de helio-neón (He-Ne), el láser de arseniuro de galio (As-Ga) y el láser de CO_2 desfocalizado.

Láser de He-Ne. Se trata del primer láser de funcionamiento continuo y aún sigue siendo uno de los sistemas láser más empleados en la actualidad. De las líneas que es capaz de emitir, la línea roja continua de 632,8 nm es, probablemente, la que ha sido más utilizada, y tiene gran importancia en laserterapia bioestimulativa.

El plasma de He-Ne, que constituye el medio activo, está compuesto de una mezcla de ambos gases nobles, con predominio del helio (85-90 %) sobre el neón (10-15 %), contenida en un tubo de características especiales. La emisión de una descarga eléctrica en el interior del gas provoca que muchos átomos de helio se sitúen en niveles metaestables. Estos niveles pierden la excitación por colisión con otros átomos, principalmente. En la mezcla de gases, tienen lugar colisiones entre los átomos de helio en estado metaestable y los de neón en estado fundamental, por lo que se produce entre ellos una transferencia de energía. Posteriormente, la desexcitación de los átomos de neón puede producir una serie de emisiones; la de 632,8 nm es la más intensa. La tensión de alimentación del tubo en los láseres de He-Ne que se construyen actualmente, es de 1 500-2 000 V y la corriente es de algunas decenas de mA.

De todas las radiaciones emitidas, solo una pequeña parte tomará una dirección paralela al capilar central instalado en el tubo, la cual deberá ser amplificada por una cavidad óptica o resonador óptico *f*. La cavidad óptica está formada por espejos cóncavos ajustables y la geometría del tubo está dispuesta de manera que pueda eliminar las pérdidas por reflexión. Los espejos deben ser altamente reflectantes, pues el medio posee poca ganancia (2 % por metro de longitud) y se ajustan para el tiempo de vida del tubo, con lo que se consigue una emisión de algunos mW.

booksmedicos.org

Láser de arseniuro de galio. Se entiende por semiconductor aquella sustancia que, sin ser aislante, posee una conductividad inferior a la de los metales. Los más empleados son el de silicio y el de germanio. Al combinar el galio con el arsénico, se obtiene un cristal de características eléctricas similares. Para construir un diodo semiconductor, es preciso unir 2 cristales del mismo semiconductor: uno de ellos con exceso de electrones en la banda de valencia (tipo N); el otro con defecto de electrones o, lo que es lo mismo, exceso de huecos (tipo P). Al aplicar una corriente, se producen sucesivas recombinaciones electrón-hueco, acompañadas de emisión de radiación electromagnética.

Aunque existen diversos semiconductores de As-Ga, el más común de ellos solo funciona de forma pulsátil, a temperatura ambiente; consigue potencias medias de algunos mW con una emisión de 904,6 nm de longitud de onda.

La forma típica de un diodo láser de As-Ga es un paralelípedo rectangular de aproximadamente 0,1 x 0,1 x 1 mm, cuyas caras planas están perfectamente pulidas, por lo que tienden a reflejar hacia el interior la luz coherente que se produce durante la recombinación. La corriente debe aplicarse de forma que incida perpendicularmente sobre la unión de los cristales.

Láser de CO_2 desfocalizado. Anteriormente se ha descrito el láser de CO_2 quirúrgico, que trabaja a potencias elevadas (watios). Sin embargo, este tipo de láser también puede actuar a potencias inferiores (miliwatios), si se desfocaliza el haz; de este modo se obtiene su efecto terapéutico y bioestimulante. La principal ventaja que presenta es que consigue dosis superiores que las de los equipos de As-Ga y He-Ne. Sarlak, Seifert y Kim, entre otros, utilizan este láser a potencias medias, que oscilan entre los 80-110 mW. El inconveniente es el elevado costo de estos equipos.

Efectos biológicos de los láseres de baja potencia

La laserterapia de baja potencia es un área de la ciencia relativamente reciente, en la que predominan ciertos efectos terapéuticos observados clínicamente (de forma empírica), como la analgesia en la zona irradiada, una acción antiedematosa y antiinflamatoria, o la cicatrización de heridas de difícil evolución o traumatismos en tejidos diversos. Parte de estos fenómenos terapéuticos no tienen un fundamento biológico claramente establecido. No obstante, existen autores que han desarrollado y buscado explicación a las aplicaciones clínicas. Otros han estudiado en profundidad los efectos en las células, y han propuesto el término biorregulación*f* o bioestimulación*f*.

booksmedicos.org

Acción directa e indirecta. Los efectos de la radiación láser sobre los tejidos dependen de la absorción de su energía y de la transformación de esta en determinados procesos biológicos. Tanto la longitud de onda de la radiación como las características ópticas del tejido considerado, forman parte de los fenómenos que rigen la absorción, pero el efecto sobre la estructura viva depende principalmente de la cantidad de energía depositada y del tiempo en que esta ha sido absorbida. Es decir, la potencia del láser desempeña un papel fundamental.

La absorción de la radiación láser se produce en los primeros milímetros de tejido, por lo que determinados efectos observables a mayor profundidad, incluso a nivel sistémico, no estarían justificados por una acción directa de la energía absorbida. Por esto, para describir el efecto biológico de la radiación láser, es habitual seguir un esquema según el cual la energía depositada en los tejidos produce una acción primaria o directa, con efectos locales de tipo: fototérmico, fotoquímico y fotoeléctrico o bioeléctrico. Estos efectos locales provocan otros, los cuales constituyen la acción indirecta (estímulo de la microcirculación y aumento del trofismo), que repercutirá en una acción regional o sistémica.

Efecto fototérmico. En los láseres de alta potencia, el efecto fototérmico es el responsable directo y principal de la acción de corte del láser quirúrgico, algunas de cuyas implicaciones bioquímicas han sido estudiadas. Los láseres de baja potencia, en cambio, no causan un aumento significativo de temperatura en el tejido irradiado. Estas potencias suelen ser del orden de varias decenas de mW y la mayoría de los autores coinciden en que las condiciones habituales de su uso no hacen suponer que la temperatura desempeñe un papel importante en la acción biológica.

Existen teorías interesantes (y controvertidas), que señalan la posibilidad de que tan bajos niveles de energía constituyan una forma de mensajes*f* o energía utilizable por la propia célula, para la normalización de las funciones alteradas. Se trataría de un efecto fotoenergético o bioenergético.

Efecto fotoquímico. La interacción de la radiación láser de baja potencia con los tejidos produce numerosos fenómenos bioquímicos. Localmente, tienen lugar algunos, como la liberación de sustancias autacoides (histamina, serotonina y bradicinina), así como el aumento de producción de ATP intracelular y el estímulo de la síntesis de ADN, síntesis proteica y enzimática.

Efecto fotoeléctrico. Se produce normalización del potencial de membrana en las células irradiadas por 2 mecanismos: actuando, de forma directa, sobre

booksmedicos.org

la movilidad iónica y, de forma indirecta, al incrementar el ATP producido por la célula, necesario para hacer funcionar la bomba sodio-potasio.

Estímulo de la microcirculación. La radiación láser, debido a su efecto fotoquímico, tiene una acción directa sobre el esfínter precapilar. Las sustancias vasoactivas lo paralizan y producen vasodilatación capilar y arteriolar, con 2 consecuencias:

- El aumento de nutrientes y oxígeno que, junto a la eliminación de catabolitos, contribuye a mejorar el trofismo de la zona.
- El incremento de aporte de elementos defensivos, tanto humorales como celulares.

Aumento del trofismo y la reparación. El estímulo de la microcirculación, junto a otros fenómenos producidos en las células, favorece que se produzcan los procesos de reparación, lo que contribuye a la regeneración y cicatrización de pérdidas de sustancia. Por otra parte, otros fenómenos celulares, como el aumento de la producción de ATP celular, la síntesis proteica y la modulación de la síntesis enzimática, junto a la activación de la multiplicación celular, favorecen la velocidad y calidad de los fenómenos reparativos.

Efectos terapeúticos generales

- Analgésico.
- Antiinflamatorio.
- Antiedematoso.
- Normalizador circulatorio.
- Bioestimulante del trofismo celular.

Efecto antiálgico:

- Inhibe la transmisión del estímulo doloroso y normaliza el potencial de membrana.
- Incrementa la formación de *b* endorfinas y su interacción con la sustancia *p*.
- Actúa sobre la fibra nerviosa gruesa, buscando bloqueo de las fibras finas de conducción rápida.
- Tiene acción sobre las prostaglandinas.
- Actúa sobre los procesos inflamatorios localizados, reabsorbiendo el exudado y eliminando las diferentes sustancias alógenas.

booksmedicos.org

Efecto antiinflamatorio:

- Disminuye la concentración de histamina.
- Aumenta los niveles de ATP por aumento de la fosforilación oxidativa de las mitocondrias.
- Normaliza los niveles de fibrinógeno.
- Activa las defensas humorales específicas y no específicas.
- Actúa sobre las prostaglandinas *e*.
- Actúa sobre la microcirculación sanguínea.

Acción en los procesos bacterianos:

- Aumento del número de polinucleares y fagocitos.
- Actúa sobre el ph del medio.
- Provoca un incremento de la difusión de las proteínas del complemento.
- Estimula el sistema inmune.

Acción sobre las heridas:

- Aumenta la celularidad de los tejidos irradiados.
- Aumento del tejido de granulación.
- Aumento del tejido conjuntivo.
- Estimula la síntesis de proteína.
- Produce un estímulo enzimático de las células epiteliales.
- Incremento de la vascularización.

Instrumentación y equipos

Los equipos empleados principalmente en laserterapia de baja potencia son el láser de He-Ne y el de semiconductores (As-Ga). Ambos se fabrican en unidades aisladas o combinadas, en tamaño pequeño (portátil o consola) y tipo cañón.

Las unidades de He-Ne emiten una radiación roja (632,8 nm), que sale del equipo en forma de un haz prácticamente lineal, con muy poca divergencia. La parte fundamental es el tubo presurizado, en el que se encuentra la mezcla gaseosa de helio y neón. La potencia de salida es fija, dependiente de la dimensión del tubo y de la densidad de gas utilizada. En las unidades de consola oscila entre 1 y 15 mW. En las unidades tipo cañón, que permiten emplear tubos más grandes, la potencia de salida puede superar los 30 mW. La radiación láser sale al exterior del aparato por un orificio que suele tener acoplamiento para fibra óptica.

booksmedicos.org

Por lo general, estos equipos de He-Ne emiten de forma continua, aunque mediante un simple dispositivo puede interrumpirse el haz para aplicarlo a impulsos con la frecuencia deseada. Las unidades deben disponer de un temporizador para desconectar automáticamente tras un tiempo prefijado.

En los equipos portátiles y consolas, la radiación se transmite por una fibra óptica que se acopla al orificio de salida de la radiación láser y conduce a esta hacia el extremo opuesto, que se utiliza como aplicador. Las fibras ópticas están constituidas por 2 cuerpos cilíndricos (interior y exterior) de cuarzo o plástico, transparentes, aunque de distinto índice de refracción. Mediante un número de reflexiones interiores, la luz que incide por un extremo llega al otro, aunque con una pérdida de intensidad del 20 % aproximadamente, con las modernas fibras ópticas. Hay que tener la precaución de no doblar excesivamente la fibra óptica ni su ensamblaje, pues ambos son frágiles. Asimismo, es preciso limpiar su extremo periódicamente. La utilización de fibra óptica permite aplicaciones puntuales, colocando su extremo en contacto con la piel.

Los equipos de He-Ne de mayor potencia se fabrican en forma de cañón. En estas unidades, el tubo se dispone en el interior de una carcasa alargada, que se articula a una consola con una base rodante, para facilitar su desplazamiento. La radiación láser se emite por un extremo y puede aplicarse directamente o mediante fibra óptica. Algunos de estos equipos llevan, en la salida, un dispositivo de espejos, que se desplazan mediante un pequeño motor eléctrico, en sentido longitudinal y transversal, de forma que puedan realizarse barridos diversos sobre la zona que hay que tratar. Uno de los espejos tiene una vibración entre 30 y 50 Hz y hace que el haz describa un recorrido lineal. Esta línea es recogida por un segundo espejo, que vibra a una frecuencia de 1 a 10 Hz y desplaza el trazado lineal cubriendo una zona rectangular. Mediante unos dispositivos de control, puede modificarse la longitud de la línea y su recorrido. También puede realizarse la irradiación de una zona mediante barrido puntual, programar la distancia entre cada punto y entre las líneas de puntos que hay que aplicar, así como la irradiación en cada punto. El mecanismo es similar al anterior, con la diferencia de que los espejos van a saltos.

En las unidades de As-Ga, la emisión de la radiación se produce desde el diodo, que está compuesto por 2 capas semiconductoras, cortadas con precisión. Al aplicar corriente eléctrica a cada lado, la radiación láser se genera en la unión entre las 2 capas (unión P-N). Estos láseres producen un haz de forma elíptica, con una divergencia de 10 a 35 °.

El diodo de As-Ga más comúnmente usado produce una radiación de 904 nm emitida a impulsos. La alta intensidad que debe atravesar el diodo produce

booksmedicos.org

una gran cantidad de calor mediante efecto Joule, lo que obliga a que el láser deba funcionar durante cortos períodos de tiempo, seguido de largos períodos de enfriamiento (ciclo de trabajo muy corto) (Fig. 5.5).

Fig. 5.5. Láseres de baja potencia 670 y 830 nm.

De hecho, lo que controla la emisión es el ciclo de trabajo (duty cicle) que es el porcentaje de tiempo que puede estar funcionando el diodo durante un período. Normalmente se emplean valores del 0,1 %.

Hoy día se prefiere utilizar potencias de pico no muy elevadas, pero que puedan trabajar con un ciclo de trabajo alto. Se dispone de diodos que pueden ofrecer potencias medias elevadas (hasta 200 mW), y algunos de los cuales con la posibilidad de emisión continua (con potencias de 100 mW) a temperatura ambiente. Igualmente, la posibilidad de emplear As-Ga dopado con diferentes materiales, permite obtener diversas longitudes de onda (635, 780, 810, 830 y 904 nm).

booksmedicos.org

En las consolas y equipos portátiles, el diodo se encuentra situado en el extremo del aplicador, pieza de metal o de plástico resistente en forma de cilindro alargado, que se conecta a la consola mediante los cables que conducen la energía eléctrica hacia el diodo. En el extremo del aplicador, suele colocarse una lente para corregir la divergencia de salida, especialmente si la potencia media no es muy elevada. Es importante que el fabricante aporte la superficie de depósito del aplicador. En cualquier caso, puede realizarse la estimación del área de depósito mediante un visor de infrarrojos (aunque es caro y debe efectuarse por personal experto).

Existen equipos mixtos, de consola o portátiles, que tienen la posibilidad de producir tanto láser de He-Ne como de diodos. Igualmente, existen unidades tipo cañón para la aplicación de un haz central de He-Ne y una corona de entre 4 y 6 diodos.

Técnicas de aplicación

Se define como aplicación el acto de irradiar un solo punto o una zona concreta del organismo. Se denominará sesión al conjunto de aplicaciones que se realizan en un acto de tratamiento. Así, por ejemplo, si se irradia una zona mediante 4 depósitos puntuales que la rodean, se habrán efectuado 4 aplicaciones, pero constituirán en conjunto una sesión. El número total de sesiones que se realizan constituye un ciclo de tratamiento.

En laserterapia de baja potencia, las modalidades fundamentales de aplicación son la puntual y la zonal.

Aplicación puntual. Consiste en la aplicación del haz láser sobre diversos puntos anatómicos de la zona. En el caso del He-Ne, puede efectuarse a distancia y directamente desde el equipo, o mediante fibra óptica, en contacto con la zona. En el caso del láser de ir (As-Ga), el tratamiento se realiza con el puntal en contacto con la zona.

Se recomienda respetar una distancia entre puntos de 1 a 3 cm y que el aplicador esté en contacto con la piel y perpendicular a la zona, para aprovechar al máximo el rendimiento del haz.

Mediante este método, también se realiza la irradiación de puntos gatillo o de acupuntura (laserpuntura).

La aplicación puntual no debe realizarse cuando la zona es muy dolorosa o se requiere una técnica aséptica, como ocurre en las heridas abiertas. En estos casos, es necesario situar el puntal o la fibra a 0,5-1 cm de la superficie.

booksmedicos.org

Cuando se trate de superficies irregulares, como una articulación, debe procurarse que esta quede abierta para permitir una mayor transmisión de energía a las zonas intraarticulares.

Los puntales y los extremos de las fibras deben limpiarse y desinfectarse, introduciéndolos en desinfectantes no abrasivos el tiempo adecuado; hay que tener la precaución de lavarlos posteriormente con suero fisiológico. Como medida adicional, los puntales pueden protegerse con plástico o con un tubo de pirex ajustable a la boca del puntal.

Aplicación zonal. En este caso, la zona se abarca de forma más amplia, no por puntos. La terapia zonal puede hacerse con láser de He-Ne, adaptando lentes divergentes para incluir áreas determinadas. También pueden utilizarse láseres de cañón, en cuyo extremo suele haber varios diodos de As-Ga. Estos diodos están dispuestos de forma circular y próximos entre sí, de modo que, a una pequeña distancia, se produce un área circular completa de irradiación. El mejor método para estimar la superficie de irradiación es mediante un visor de infrarrojos o fotografía infrarroja. Estos láseres permiten la emisión de una irradiancia considerable, con tiempos de aplicación más bajos. Por otro lado, presentan la ventaja de no tener que permanecer sosteniendo el puntal sobre la zona durante todo el tratamiento.

Para estimar la superficie de tratamiento, lo más práctico es hacer una silueta de la zona en papel milimetrado. No deben dibujarse líneas o puntos sobre la piel, ya que pueden absorber parte de la energía luminosa. En caso de que vayan a tratarse zonas con heridas abiertas, puede colocarse una sábana esterilizada o plástico transparente sobre la herida.

Conviene diferenciar la técnica zonal de la de barrido, en la que el láser se aplica de forma oscilante, manual o automática, barriendo una zona rectangular. El problema que presenta esta técnica es que resulta difícil calcular la dosis.

Por último, se recuerda que la zona que hay que irradiar debe estar completamente desnuda y limpia, con ausencia de sustancias reflectantes (cremas, pomadas, linimentos, etc.).

Consideraciones respecto a la dosis

La respuesta obtenida con diferentes tipos de láser y distintas dosis varía considerablemente de unos estudios a otros. Aunque por el momento no se dispone de una dosificación precisa y específica para cada tipo de proceso, la gama de densidades de energía utilizada oscila entre menos de 1 y 30 J/cm^2 ; entre 1 y 12 J/cm^2 es la gama que más se cita en los estudios al respecto.

booksmedicos.org

En las afecciones de partes blandas, que interesan especialmente en traumatología y medicina deportiva, los estudios actuales vienen preconizando en procesos agudos (dentro de las 72-96 h de producido el daño) densidades de energía bajas, del orden de 4-6 J/cm^2 por sesión, en 1-2 sesiones diarias. En afecciones crónicas o conforme el proceso agudo se va resolviendo, la recomendación es elevar las densidades energéticas; incluso se puede llegar a 30 J/cm^2 y puede reducirse el número de sesiones a una sesión diaria o sesiones a días alternos.

En general, los tratamientos de principios de los 80 solían indicarse con dosis por sesión inferiores a la decena de J/cm^2. Actualmente, lo habitual es que la superen. Esto puede estar en relación con la obtención de láseres de He-Ne con más potencia media, láseres de diodos que soportan potencias de pico y frecuencias elevadas, incluso el trabajo en modo continuo, y sobre todo el empleo de láseres de alta potencia desfocalizados.

Dosimetría. La aplicación del láser de baja potencia es relativamente simple, pero se deben conocer ciertos principios de dosimetría para determinar la dosis depositada en cada tratamiento. Esta es la única forma de realizar estudios serios y poder comparar resultados con equipos diferentes, tanto experimental como clínicamente.

Todo generador láser emitirá más o menos fotones por unidad de tiempo, según cuál sea su potencia de emisión. De esta forma, la energía es el producto de la potencia por el tiempo que dura la aplicación:

$$E\ (J) = P \times t\ (W \times s)$$

Se denomina densidad de potencia a la relación entre la potencia de emisión y la superficie de irradiación:

$$jw = P/S\ (W/cm^2)$$

En las radiaciones ópticas, recibe el nombre de irradiancia y representa la concentración de fotones sobre el punto o superficie irradiada por unidad de tiempo.

La densidad de energía (fluence energy), también denominada exposición radiante, representa la densidad de potencia o irradiancia durante el tiempo de aplicación:

$$j_\varepsilon = j_w \times t\ (W \times s/cm^2) = (J/cm^2)$$

booksmedicos.org

En laserterapia se acostumbra establecer la dosis que hay que aplicar en términos de densidades de energía, expresándola en (J/cm2). En todos los equipos, se debe considerar para su cálculo la potencia de salida y el tipo de emisión: continua o pulsada.

Emisión contínua. En este caso (láser de He-Ne y algunos láseres de semiconductores), la potencia de salida coincide con la de emisión. Conociendo la superficie que abarca el haz y la densidad de energía (j_ε) que quiere alcanzarse, puede calcularse el tiempo de duración del tratamiento, según la expresión:

$$t = j_\varepsilon / jw = (j_\varepsilon \times S) / P$$

Emisión pulsada. En este caso, la potencia de salida o potencia de pico no coincide con la potencia real de emisión (potencia media). Este tipo de emisión es característico del láser de As-Ga y se necesitan 3 parámetros para definirla: a) potencia pico; b) duración del pulso, y c) frecuencia de pulsos. La potencia media puede calcularse de la manera siguiente :

Energía de un impulso $E_i = P_p \times t_i$

Potencia media $P_m = E_i / (t_i + t_r)$

Donde P_p es la potencia de pico, t_i es el tiempo de duración del pulso y t_r es el tiempo de reposo. Puesto que la frecuencia F es el número de veces que se repite un ciclo ($t_i + t_r$) por segundo, la potencia media será:

$$P_m = P_p \times t_i \times F$$

Dosis práctica:

Efecto antiálgico:

– Dolor muscular 2-4 J/cm .
– Dolor articular 4-8 J/cm .

Efecto antinflamatorio:

– Aguda 1-6 J/cm^2.
– Subaguda 4-6 J/cm^2.
– Crónica 4-8 ó hasta 30 J/cm .

Efecto eutrófico: 3-6 J/cm .

Efecto circulatorio: 1-3 J/cm .

booksmedicos.org

Indicaciones:

Ortopedia y traumatología: sacroileítis. Coxigodinea. Necrosis aséptica de la cabeza del fémur. Bursitis. Periartritis. Esguinces. Desgarros musculares y lesiones tendinosas. Algias vertebrales. Hernia discal. Espolón calcáneo. Fascitis plantar. Tendinitis. Epicondilitis. Síndrome del tunel del carpo. Enfermedad de Quevain.

Reumatología: artritis reumatoide, espondilitis anquilosante, lupus eritematoso sistémico. Reumatismos paraarticulares. Fibromialgia y tendinitis.

Neurología: neuralgias. Cefalea. Parálisis facial. Lesión nerviosa periférica. Neuropatías periféricas.

Cirugía estética: rinoplastia. Mastoplastias. Estrías. Celulitis. Cicatrices. Colgajos. Quemaduras. Injertos.

Angiología: insuficiencia venosa. Claudicación intermitente. Pie diabético. Várices. Linfedema. Enfermedad de Raynaud. ‡lceras vasculares.

Dermatología: dermatitis. Herpes zoster. Acné. Caída del cabello. Hiperqueratosis. Queloides. Psoriasis. Verruga plantar. Esclerodermia.

Ginecología: vulvitis. ‡lcera bulbar. Mastitis. Cervicitis. Herpes genital.

Urología: prostatitis. Balanitis. Epidedimitis. Uretritis. Hiperplasia prostática.

Otorrinolaringología: sinusitis. Rinitis. Pólipos. Acúfenos. Vértigos. Otitis.

Cicatrización de heridas: traumáticas y quirúrgicas.

Laserterapia en medicina del deporte: se centra en el dolor y la inflamación producidos, fundamentalmente, por estímulos suprafuncionales, sobresolicitación o sobrecarga. Otro problema diferente es el traumatismo o accidente deportivo.

Estomatología: en patologías como paradontosis, papilitis, periodontitis, alveolitis, abscesos, estomatitis y gingivitis.

Contraindicaciones:

Absolutas:

- Retina.
- Procesos tumorales.
- Zonas con tendencia a la hemorragia.

booksmedicos.org

Una de las cuestiones que suelen plantearse es la capacidad del láser de inducir la aparición de cáncer. Es conveniente diferenciar entre 2 fenómenos distintos, la oncogénesis (producción de cáncer) y la estimulación de un cáncer ya existente en su crecimiento.

Debe evitarse la exposición directa en los ojos, por la posibilidad de daño en la retina. Este es el mayor riesgo de la irradiación con este tipo de láseres. La retina es una estructura muy sensible a la luz, sobre la que el cristalino focaliza y concentra aún más la energía. El láser puede producir lesiones iniciales reversibles o, si la intensidad es suficiente y la exposición continuada, una lesión más o menos definitiva. Por esto se deben utilizar gafas protectoras, tanto para el paciente como para el terapeuta.

Una contraindicación formal es la irradiación en zonas con tendencia a la hemorragia (por ejemplo, en pacientes hemofílicos), debido a la posibilidad de que el láser induzca una vasodilatación de la zona.

Relativas:

- Embarazo.
- Heridas sépticas.
- Esteroides.
- Epilepsia.
- Arritmias cardíacas.

Aunque no se han publicado reacciones teratógenas, teniendo en cuenta que de forma natural aparece cierto número de malformaciones en recién nacidos, no se recomienda la irradiación sobre el abdomen de embarazadas, especialmente en el primer trimestre, como medida de prudencia.

Parece ser que el láser puede estimular algunos agentes infecciosos, como *E. coli,* por lo que es aconsejable tener cuidado en la aplicación de laserterapia de baja potencia en tejidos infectados (por ejemplo, heridas abiertas infectadas).

La irradiación sobre el cuello y región precordial en pacientes con cardiopatía podría producir modificaciones de la función cardíaca. En este sentido, se recomienda no irradiar el tiroides. En estudios bioquímicos y de microscopia electrónica, se ha comprobado que el láser ocasiona ligeros efectos degenerativos sobre las células foliculares, aunque no lo suficientemente importantes como para generar sintomatología.

booksmedicos.org

La irradiación sobre zonas fotosensibles, en pacientes fotosensibles o procesos que cursan con fotosensibilidad, puede ser aconsejable una pequeña exposición de prueba, aunque hay autores que consideran estas situaciones como una contraindicación formal.

Medidas de protección en láseres médicos, contra choques eléctricos:

- Cuerpo de la fuente de alimentación, y el láser conectado a tierra, sobre todo, láseres sólidos y gaseosos y en equipos de bajo voltaje.
- Fusibles y otros medios de protección contra choques eléctricos y cortocircuitos.
- Operación y reparación por personal especializado.

Medidas y seguridad de láseres médicos individual:

- En ningún caso exposición directa a los ojos.
- Espejuelos protectores con filtro óptico específico, sobre todo, haces colimado o enfocado (elevada densidad de energía).
- En operadores expuestos a luz dispersa (somnolencia, vista cansada).
- Impedir acceso de personal no autorizado al área cuando se trabaja.
- Los aparatos deben tener interruptor (control maestro) con llave.

Precauciones del laser de baja potencia:

- En la terapia puntual se debe respetar distancia entre puntos de 1-3 cm.
- Zona de aplicación limpia y desnuda, sin sustancias reflectantes.
- Evitar la exposición directa a los ojos (uso de gafas protectoras para el paciente y el técnico).
- La aplicación puntual no se debe realizar directamente en zonas muy dolorosas, si no en forma de triángulo alrededor de estas zonas.
- La aplicación puntual o por fibra óptica, en heridas sépticas o abiertas, se sitúa de 0,5 a 1 cm de la superficie y no en contacto directo con la zona.
- En las superficies articulares se debe procurar abrir las mismas para permitir mayor transmisión de energía a la zona intraarticular.
- No irradiar el abdomen en embarazadas, sobre todo, en el primer trimestre.
- No irradiar la glándula tiroides.
- En pacientes cardiópatas no se debe irradiar el cuello, ni la región precordial.

booksmedicos.org

CAPÍTULO 6: ELECTROTERAPIA DE BAJA Y MEDIA FRECUENCIA

booksmedicos.org

La electricidad fue descubierta hace más de 4 500 años, ya los antiguos griegos conocían los fenómenos eléctricos. En Europa conocieron la electricidad 600 años a.n.e., gracias a las observaciones de Tales de Mileto quien descubrió que al frotar "un pedacito de ámbar" este adquiría la propiedad de atraer, así como de repeler algunos objetos, hecho que permanece durante 2 000 años sin llamar la atención.

En 1600 Gilbert describió este acontecimiento en su libro llamado "La piedra imán y los cuerpos magnéticos". Precisamente es el que inventó la palabra "Electricidad" que viene del grupo "Electrón" el cual significa " mbar."

Desde los tiempos de Sócrates la utilización del pez torpedo para curar la artritis y la cefalea marcan el paso del uso de la electricidad con fines curativos, pero desde que se descubre hasta que se introduce como técnica médica transcurren 2 500 años.

En 1791, Galvani publicó un opúsculo titulado *De viribus electricitatis in motu muscularis* (sobre la acción de la electricidad en el movimiento muscular), en el que sostenía que los seres vivos eran productores de electricidad. Volta, analizando las experiencias de Galvani, intuyó la posibilidad de producir electricidad por medios químicos; en 1800, construyó la primera pila eléctrica mediante la aplicación -de ahí el origen del nombre de disco de cobre y cinc superpuesto, separando cada par con un fieltro empapado de agua acidulada. A la corriente continua así obtenida, Volta le puso el nombre de corriente galvánica, en honor a aquel investigador, pero acunando algo en lo que Galvani no creyó: la producción química de la energía eléctrica.

De modo inmediato a los descubrimientos de Volta y Galvani comenzaron ya durante el siglo XVIII, las aplicaciones médicas de la corriente galvánica. Durante el siglo XIX, el descubrimiento del fenómeno de la inducción por Faraday introdujo en terapéutica el primer tipo de corrientes variables, bautizado, por su descubridor, con el nombre de corrientes farádicas.

Todos lo anterior demuestra que la electricidad como método terapéutico, ha sido utilizada desde tiempos inmemorables para el tratamiento de diversas enfermedades. Durante la mayor parte del siglo XX la ciencia y la medicina han visto la salud como dependiente del equilibrio entre la química corporal y el funcionamiento de las estructuras físicas.

No obstante, los intentos para tratar las enfermedades y los desequilibrios con sustancias químicas (medicamentos), frecuentemente conducen a efectos

booksmedicos.org

colaterales no deseados o hacen que el cuerpo se vuelva insensible a las sustancias químicas.

Esto ha hecho que muchos profesionales de la salud vayan más allá de las terapias convencionales, basadas en fármacos para explorar el campo de la medicina energética, también llamada a veces medicina bioenergética, refiriéndose a las terapias que usan el campo de energía eléctrica, magnética, sonora, acústica, de microondas, infrarrojas para identificar o tratar padecimientos por medio de la detección de los desequilibrios en los campos de energía del cuerpo y después corregirlos.

Es con este interés, que cobra especial relevancia el conocimiento del uso de la corriente eléctrica con fines diagnósticos y terapéuticos.

CONCEPTOS Y ELEMENTOS FÍSICOS GENERALES SOBRE ELECTRICIDAD

Carga eléctrica: Cantidad de electricidad (electrones disponibles) en determinado momento en un elemento de materia o acumulador.

Unidad de medida: Columbio = 6,26 trillones de electrones = 1 mol.

Diferencia de potencial: Refleja la fuerza de desplazamiento de electrones desde zona de exceso a déficit. Unidad: Voltio (V).
Polaridad: Explica el desplazamiento de electrones. Los electrones se desplazan de la zona de exceso (-) a la zona de déficit (+) con tendencia al equilibrio.

Ley de Ohm: definida por procedimientos experimentales en 1827. Esta establece que la diferencia de potencial entre dos puntos de un conductor es igual al producto de la intensidad de corriente por la resistencia del conductor. La unidad de resistencia eléctrica es el ohmio (Ω): La cantidad de trabajo realizado por una corriente eléctrica depende de la diferencia de potencial y de la cantidad de electrones desplazados. La unidad de energía es el julio (J).

Corriente eléctrica: Flujo de cargas eléctricas a través de un conductor, desde un punto a otro, cuando entre sus extremos se establece una diferencia de potencial. Al llegar los iones a su electrodo, unos cederán electrones al electrodo (ánodo) dejando de ser iones, mientras que otros tomarán electrones del electrodo (cátodo) también dejando de ser iones, de manera que se establece un movimiento constante de electrones llamado "corriente eléctrica". Unidad: mA, mW.

booksmedicos.org

Intensidad (I): Cantidad de electrones que pasa por un punto en un tiempo determinado (s). Unidad: Amperio (A).

Conductividad eléctrica: (propiedad de la materia): Facilidad de la materia a ser circulada por corriente de electrones. Medida: ohmios x m^2 o lineal.

Resistencia eléctrica(R): Freno que opone la materia al movimiento de electrones al circular por ella (propiedad de la materia, no parámetro de electricidad). Unidad: Ohmio (W).

Potencia: Expresa la capacidad o potencial "acumulado" para realizar un trabajo. Expresa la velocidad con que se realiza un trabajo (velocidad de transformar una energía en otra). Unidad: Vatio (W).

Trabajo: Mide el "trabajo" conseguido y sus parámetros de obtención. Cálculo del producto Potencia (W) por el tiempo de acción (s) Unidad: Julio (J).

Electroterapia: Empleo de la corriente eléctrica como agente terapéutico.

Onda: es una perturbación en un medio, que se transmite en forma de movimiento ondulatorio a través de este, a una velocidad constante característica de ese medio.

Movimiento ondulatorio se entiende cualquier perturbación producida en un punto del espacio, que se propaga a través de la materia, por ondas mecánicas (sonidos, oleaje), o en el vacío, por ondas electromagnéticas (luz, ondas de radio, rayos X).

Onda transversal: Si la magnitud que vibra lo hace en el plano perpendicular a la dirección de propagación de la onda.

Onda longitudinal: Cuando la magnitud que vibra lo hace en la misma dirección en la que se propaga la onda, se dice que la necesitan de un medio elástico para su propagación.

Las ondas pueden ser periódicas o aperiódicas.

Una *onda periódica* es aquella que se repite a tiempos fijos; el período de onda es el tiempo que tarda en repetirse. Cuando la onda no se repite, se dice que es aperiódica.

La *amplitud* (A) es el valor máximo del desplazamiento desde el punto medio de la vibración o desde su posición de equilibrio. En una onda sinusoidal, es la misma para desplazamientos positivos y negativos.

booksmedicos.org

La *longitud de onda* (λ) es la distancia mínima que separa dos puntos con las mismas condiciones de movimiento; en una onda periódica, representa la distancia, medida en horizontal, entre 2 crestas o 2 valles sucesivos.

El *período* (T) es el tiempo mínimo invertido en recorrer una longitud de onda; en una onda periódica, viene representado por el tiempo entre dos crestas o valles sucesivos.

El *ciclo* es una oscilación completa que devuelve el sistema a su estado original.

La *frecuencia* (f) se define como el número de longitudes de onda que pasan por un punto en 1s. Su unidad es 1/s = s-1, que recibe el nombre de hertz (Hz). Como la frecuencia es también el número de ciclos que realiza en 1 s un punto del medio, la frecuencia se expresa a menudo en ciclos por segundo.

La *velocidad de propagación* (υ) es la velocidad con que se transmite el movimiento ondulatorio de unos puntos a otros, y debe distinguirse de la velocidad de cada partícula vibrante en su posición de equilibrio.

Ion. tomo cuyo número de electrones no sea el mismo que el de protones y que por ello no sea eléctricamente neutro.

Ánodo. Zona de déficit de electrones, se encuentra cargada positivamente (+).

Cátodo. Zona de exceso de electrones, se encuentra cargada negativamente (-).

Anión. Se derivan del ánodo, pero tiene polaridad opuesta (-).

Catión. Se derivan del cátodo, pero tiene polaridad opuesta (+).
Nota: reciben el nombre del electrodo al que se desplazan.

Intensidad del pulso. Altura que alcanza el impulso.

Duración del impulso. Tiempo de paso de la corriente durante el impulso.

Pendiente del impulso. Velocidad con que se logra llegar al máximo de intensidad y al cese de la misma en cada impulso.

Intervalo del impulso. Tiempo de reposo entre impulsos.

Ritmo de impulso. Marca la sucesión de impulsos.

booksmedicos.org

Clasificación de las corrientes:

- Forma.
- Frecuencia.
- Polaridad.
- Según el efecto sobre el organismo.

Según la forma

Se clasifican en constantes y variables (Fig. 6.1).

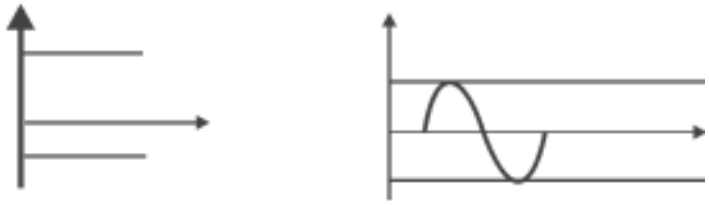


Fig. 6.1. Gráfico de corriente en estado constante y corriente en estado variable.

Según la polaridad

Se clasifican como corrientes de polaridad constante y de polaridad alternante.

Según la frecuencia

- Baja frecuencia.
- Media frecuencia.
- Alta frecuencia.

Según el efecto sobre el organismo

- Analgésicas (sensitivas).
- Contracciones musculares (excitomotoras).
- Estimulante de la circulación (térmicas).

Por la forma de impulso

Se clasifican como corriente continua o galvánica y como corriente variable, esta última a su vez según sus impulsos: en impulsos aislados, sucesión de impulsos e impulsos modulados.

booksmedicos.org

Impulsos aislados

Los impulsos aislados se clasifican según la forma del impulso, pueden ser rectangulares, farádicas, triangulares, sinusoidales, exponenciales progresivas y bifásicas (Fig. 6.2).

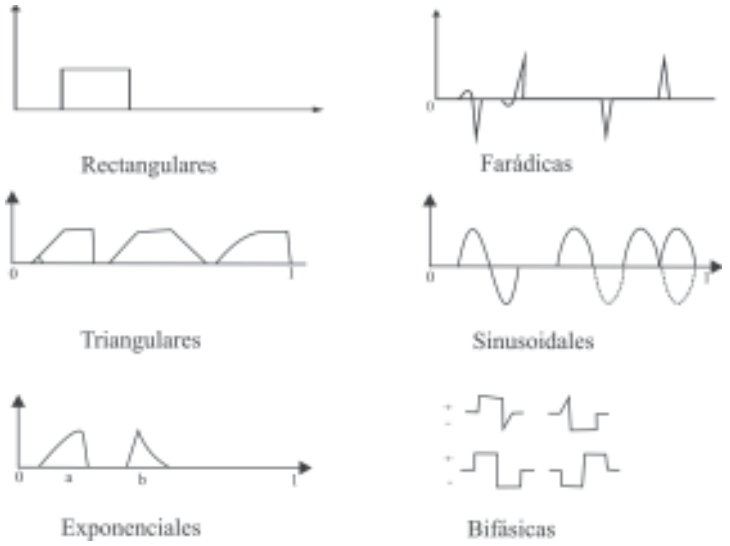


Fig. 6.2. Gráficos de impulsos aislados.

Sucesión de impulsos o repetitivas

Estas se caracterizan por presentar impulsos repetidos que pueden tener formas de impulso diferentes y polaridad constante o alternante (Figs. 6.3 y 6.4).

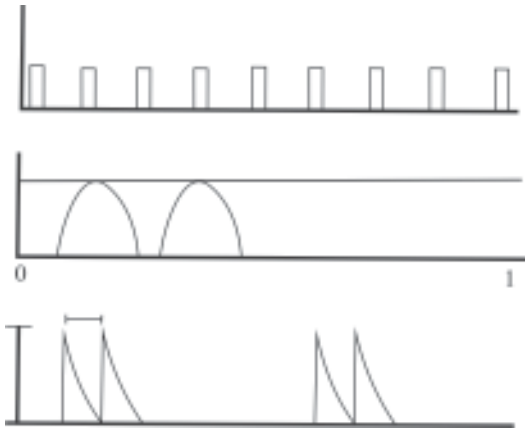


Fig. 6.3. Sucesión de impulsos rectangulares, hemisinusoidales y exponenciales con polaridad constante.

booksmedicos.org

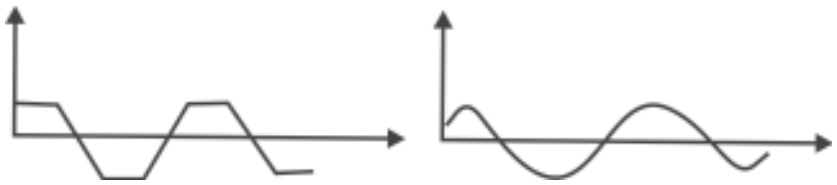


Fig. 6.4. Sucesión de impulsos de polaridad alternante.

Impulsos modulados

Estas corrientes se caracterizan por tener un grupo de impulsos repetitivos, que se encuentran modulados, entre estas se encuentran las corrientes diadinámicas (Fig. 6.5).

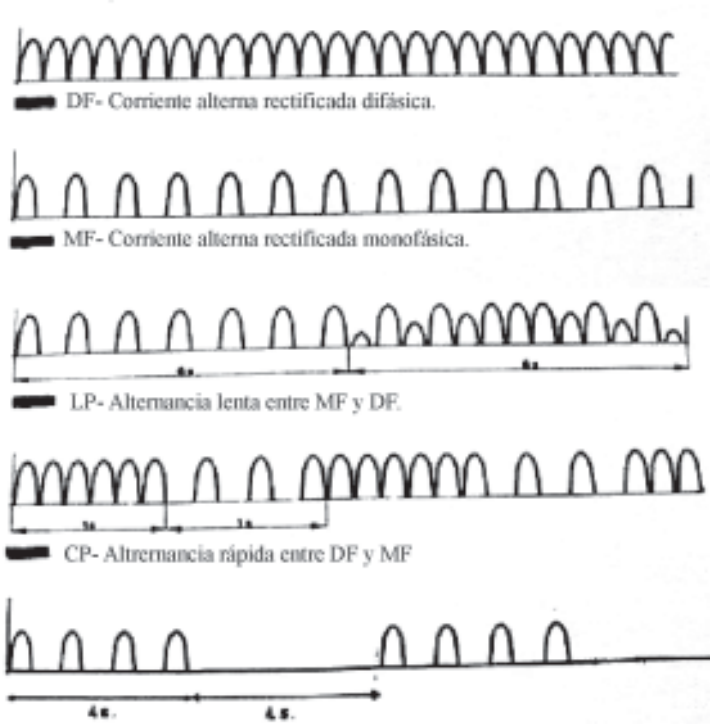


Fig. 6.5. Corrientes de impulso modulado (diadinámicas).

booksmedicos.org

Frecuencia:

Baja (0-800Hz)
Media (800-60000 Hz)
Alta (+ 60000 Hz)

Otras clasificaciones

Según Tremolier

Baja frecuencia (menor de 3000 Hz)
Media frecuencia (de 3000 a 200,000 Hz)
Alta frecuencia (mayor de 200,000 Hz)

Según Rodríguez Martin

Baja frecuencia (0-1000 Hz)
Media frecuencia (1000-500 0000 Hz)
Alta frecuencia (más de 500 000 Hz)

Otra clasificación

Baja frecuencia menor de 10,000 c / s (Hz)
Alta frecuencia mayor de 10,000 c / s (Hz)

FACTORES A TENER EN CUENTA EN LA PRÁCTICA DE ELECTROTERAPIA

- Los efectos buscados.
- El equipo generador.
- El paciente.
- El método de aplicación.

Efectos buscados al aplicar corrientes eléctricas con fines terapéuticos

- Cambios químicos: actúan sobre disoluciones orgánicas influyendo en el metabolismo (sobre todo la corriente galvánica).
- Influencia sensitiva: en receptores nerviosos-sensitivos, buscando concienciación y analgesia, más con baja frecuencia (menos 1 000 Hz).

booksmedicos.org

- Influencia motora: en fibras musculares o nerviosas, con baja frecuencia (menos 250 Hz).
- Influencia en la regeneración tisular: además del estímulo circulatorio con llegada de nutrientes y oxígeno para la reparación del tejido, se produce una influencia biofísica que estimula el metabolismo celular hacia la multiplicación y coadyuva en el reordenamiento y reestructuración de la matriz del tejido.
- Efectos térmicos: generan calor al circular energía electromagnética en los tejidos (Ley de Joule), más con altas frecuencias(más de 500 000 Hz).
- La reproducción de diversas energías (no eléctricas): generadas por el influjo y transformación de la energía eléctrica con activa influencia en muchos procesos biológicos (infrarrojo, ultravioleta, ultrasonido, láser, etc.).

Elementos a tener en cuenta con respecto al aparato o equipo

- Opciones de presentación (posibilidades terapéuticas que brinda).
- Cumplir normas de protección y seguridad establecidas.
- Cajas protegidas de derivaciones y aislada del paciente.
- Interruptor de encendido apagado.
- Bornes de salida al paciente señalizados (+) roja, (-) negro u otro.
- Selector del tipo de corriente.
- Regulador de intensidad.
- Inversor de polaridad de corrientes interrumpidas.
- Mando de aplicación intencionada.

Elementos a tener en cuenta en relación con el paciente

- Es frecuente encontrar miedo o fobia a la electricidad, en cuyo caso hay que explicar exhaustivamente.
- Puede haber alteraciones psicológicas que dificulten la interpretación y la cooperación del paciente.
- Puede haber alteraciones morfológicas, relacionadas con características topográficas y zonas apropiadas.
- Tiene valor la experiencia anterior: a la primera aplicación y a las subsecuentes.
- Influye el tipo de piel: piel grasa, húmeda, seca, rugosa, degenerada, lesionada, sucia.
- Presencia de trastornos sensitivos.
- Presencia de trastornos circulatorios.
- Evaluar en cada paciente las precauciones y contraindicaciones.

booksmedicos.org

Posición para la aplicación

Un número significativo de pacientes acude con dolor por contractura y espasmo muscular, si el objetivo es la relajación de esos músculos, es preciso tener en cuenta una postura de relajación previa al tratamiento. Por ejemplo un paciente con cuadro de cervicalgia que presenta contracturas de la musculatura posterior del cuello.

Se propone un tratamiento analgésico y miorrelajante con electroterapia, entonces se encuentra al paciente con una correcta ubicación de los electrodos, pero sentado con la cabeza en hiperflexión sin apoyo, la cual no se puede elevar mucho debido a que se pierde el contacto con los electrodos. En este caso se tiene al paciente durante 10 min, con un tratamiento miorrelajante sobre unos músculos que no pueden relajarse debido a la demanda gravitatoria de la cabeza hacia delante.

Se produce una contradicción entre lo que se quiere y lo que se hace, en el mejor de los casos el paciente termina igual. Lo correcto es tener en cuenta una postura inicial que implique un apoyo de los brazos y de la frente sobre estos últimos, de modo que la cabeza está apoyada, se elevan los hombros, los extremos óseos se acercan y se favorece una relajación muscular que se potencia con el efecto de la corriente.

Precauciones en la aplicación:

- Las corrientes no deben ser molestas.
- Puede llegarse a la máxima intensidad soportable en el límite de lo agradable.
- Luego de cierto tiempo, en que existe acomodación, se debe aumentar intensidad hasta el límite señalado anteriormente.
- En las primeras sesiones, en pacientes inexpertos, es conveniente comenzar por debajo de lo señalado en el punto 2.
- Considerar impedancia o resistencia de la piel (alta para Galvánica, menor en variables y alternas, disminuye a mayor frecuencia).

Lugares de aplicación de la técnica:

- La electroterapia se puede aplicar directamente sobre puntos dolorosos.
- En el recorrido de troncos nerviosos.
- Puede existir una ubicación a nivel paravertebral.
- En algunos casos puede haber una ubicación vaso trópica , o ganglio trópica.
- Aplicación en articulaciones.
- Aplicaciones especiales (endocavitarias, rastreo del dolor, etc.).

booksmedicos.org

Según la forma de ubicar los electrodos se clasifican en:

Coplanar. Ambos electrodos a nivel cutáneo en el mismo plano.
Transregional. Un electrodo frente al otro, abarcando transversalmente una zona determinada.
Longitudinal. Un electrodo frente al otro abarcando longitudinalmente una zona.
Bipolar. Dos electrodos relacionados con la misma estructura anatómica.
Monopolar. Solo un electrodo activo en relación con una estructura en cuestión.

Técnica de aplicación del tratamiento:

- Colocar al paciente en posición cómoda y relajada.
- Descubrir la zona a tratar, evitando pliegues y estrangulamientos con prendas replegadas.
- Colocar y fijar los electrodos.
- Los electrodos no deben quedar nunca en contacto directo con la piel del paciente. Se envuelven en gasa, algodón, exponted o esponja. Esta envoltura debe sobresalir 1 cm por cada lado del electrodo. La cara de la funda que queda en contacto con la piel debe ser doble.
- Las fundas deben mojarse y luego escurrirse en agua templada no destilada para vencer la resistencia cutánea al paso de la corriente. En la maniobra de fijación de los electrodos pueden quedar muy apretados en cuyo caso es recomendable adicionar agua una vez ubicados.
- Subir la intensidad o potencia lentamente hasta obtener la respuesta deseada.
- Observar, preguntar, palpar y comprobar el efecto buscado.
- Estar al tanto de molestias y prevenir riesgos de quemaduras en toda la sesión.
- Siempre que sea necesario, buscar mejor respuesta variando los parámetros de la corriente.
- Bajar la intensidad o potencia lentamente y desconectar el circuito al paciente al terminar.
- Indagar acerca del resultado de la sesión.

Acciones previas:

- Tener claros los objetivos de prescripción.
- Definir la mejor técnica para cumplirlos y la zona a tratar.
- Disponer y preparar los electrodos adecuados y adaptarlos perfectamente al contorno corporal para evitar picos de corriente.
- Programar el equipo de acuerdo a lo propuesto.

booksmedicos.org

- Definir y fijar el tiempo de la sesión.
- Prever las probables derivaciones eléctricas paciente-tierra u otros equipos eléctricos próximos.
- Nunca aplicar electrodos en áreas cicatriciales.
- Aumentar la intensidad y disminuirla muy lentamente.
- Nunca retirar los electrodos sin apagar el equipo o confirmar que ya no pasa corriente.
- Explicar al paciente lo proyectado, advertir sensaciones, darle confianza.

Evolución del paciente:

- Comprobar resultados por interrogatorio diario, observación y examen.
- Luego de 3-5 sesiones sin resultados considerar la situación y cambio de tratamiento (o una mayor precisión diagnóstica).
- Llevar registro evolutivo del paciente y parámetros de corriente.
- Culminar el tratamiento (ciclo) al alcanzar los objetivos sin prolongación innecesaria.

Corrientes excitomotoras

Son aquellas corrientes que provocan contracciones en el músculo esquelético ya sea inervado o denervado.

Efecto excitomotor: conseguir que los músculos deseados, se contraigan sin que tenga que intervenir la participación voluntaria del paciente, unas veces para reforzar la contracción voluntaria y otras porque el paciente es incapaz de conseguirla por si solo.

Si el músculo o nervio se encuentra afectado por un proceso patológico (denervado, procesos metabólicos graves y prolongados, contracturas mantenidas largo tiempo, inmovilizaciones articulares prolongadas, edemas severos), deja de contraerse, lentamente pierde su metabolismo propio de la fibra muscular y termina degenerando en otro tejido fibroso que sustituye el tejido muscular.

Estimulación eléctrica neuromuscular (EENM): definida como la estimulación eléctrica del músculo inervado, que se realiza a través de las fibras nerviosas motoras que lo inervan.

Estimulación eléctrica muscular (EEM): definida como la estimulación que se aplica directamente en el músculo denervado, y cuyo objetivo primor-

booksmedicos.org

dial es mantener su trofismo. La excitación directa de las fibras musculares con electrodos de contacto se produce si el músculo se encuentra denervado.

Tipos de corrientes:

- Farádicas.
- Galvánica interrumpida.
- Exponencial -triangular.
- Alternas.

Corriente farádica

Es una corriente asimétrica, alterna, interrumpida, de bajo voltaje, baja frecuencia y pequeña intensidad (Fig. 6.6). Contrae la musculatura normalmente inervada, se aplica directamente sobre el músculo o indirectamente sobre el punto motor del nervio.

Fig. 6.6. Gráfico de corriente farádica.

- La respuesta muscular será diferente dependiendo del estimulo si es una onda o una sucesión de ondas.
- Proporcionan contracciones musculares sostenidas, es muy semejante a la contracción voluntaria.
- Indicadas en atrofias por inmovilización, desuso, o para aumentar la potencia y el trofismo muscular.
- Contraindicadas en las parálisis espásticas.

Interrumpidas galvánicas

Basadas en pulsos, que se caracterizan por tener polaridad e introducir reposos entre los pulsos. Los pulsos pueden ser de diversas formas, pero las esen-

booksmedicos.org

ciales son: cuadrangulares (de subida y bajadas bruscas) y triangulares (de subida progresiva y bajada brusca). También tenemos los sinusoidales para las diadinámicas. Exponenciales como viejas formas tendentes a desaparecer y otras diversas formas que generalmente obedecen a defectos en su generación, más que un diseño específico (Fig. 6.7).

Fig. 6.7. Gráfico de corrientes interrumpidas galvánicas.

Corriente exponencial

- La variación de la pendiente es exponencial.
- Tratamiento selectivo de las parálisis periféricas.
- Interesa al músculo paralizado (Selectivo).
- Seleccionar electrodos de tamaño adecuado y en los intrínsecos de la mano se utiliza el método monopolar.
- Deben ser tolerados por el paciente.
- Estimulo intenso para contrarrestar la atrofia.
- Determinar la duración del impulso y del intervalo.
- Hallar el umbral galvano tétano, la mínima intensidad que provoca la contracción umbral con estímulos de 1 s de duración.
- Luego determinar el pulso necesario para lograr el umbral de contracción con el mínimo de intensidad.
- La pausa debe ser 3-4 veces el pulso.

Técnica de tratamiento:

- Galvanización previa para mejorar la vascularización y disminuir el umbral de excitación con intensidades menores para contraer el músculo por 10 minutos.
- Con la corriente exponencial actuamos 5-8 min.
- Método monopolar o bipolar.
- Monopolar: el (+) en zona indiferente y (-) en el punto motor.
- Bipolar: ánodo proximal y cátodo distal al músculo.
- Evitar quemaduras.

booksmedicos.org

Corriente alterna

Es una corriente con una frecuencia de 2 500 Hz, una frecuencia modulada de 50 Hz, duración de la fase de 10 ì s, con pausa de 10 ì s y cada fase consta de 25 impulsos de duración de 0,4 ì s por impulso.
Ejemplo: 10 s de contracción máxima, seguido de 30-50 s de reposo, para evitar la fatiga.
Hoogland utiliza: Subir el estimulo durante 10 s, mantenerla durante 20 s y luego pausa de 30 s.
Cada sesión de 15-20 contracciones. Tratamiento diario.
Frecuencias utilizadas de 20 Hz sobre las fibras tónicas, 100 Hz para las fásicas y 50 Hz para actuar indiferentemente.
La despolarización de la membrana muscular o nerviosa origina un potencial de acción que produce contracción muscular influenciada por:

- Intensidad.
- Duración del impulso.
- endiente del impulso.
- Polaridad del impulso.
- Frecuencia del impulso.

Efectos fisiológicos:

Despolarización de la membrana muscular o nerviosa origina un potencial de acción que produce contracción muscular influenciada por:

- *Intensidad:* determinada por el estímulo umbral, el estímulo supramáximo y la reobase.
- *Duración del impulso:* determinado por la cronaxia y la curva intensidad-tiempo, a menor duración mayor intensidad.
- *Pendiente del impulso:* es la rapidez con que la corriente alcanza su máxima intensidad, determina la acomodación.
- *Polaridad del impulso:* tener en cuenta las leyes de la polaridad: "la excitación nace en el cátodo durante el cierre del circuito y en el ánodo durante la apertura." Para provocar contracción se utiliza el polo negativo durante el cierre del circuito.
- *Frecuencia del impulso:* evitar la fatiga y lograr contracciones espaciadas con descansos y frecuencias bajas.

Técnicas de aplicación:

Existen tres métodos de aplicación para realizar la electroestimulación, que son el monopolar, el bipolar y estimulación de grupos musculares.

booksmedicos.org

Estimulación Unipolar:

Aplicación de la corriente con 2 electrodos de tamaño distinto, el electrodo activo es pequeño y se coloca sobre el punto motor en contacto con la piel, después de humedecerlo con agua, el electrodo dispersivo o indiferente debe ser lo suficientemente grande como para que no produzca estimulación alguna y se coloca en una región con pocas masas musculares, ejemplo, línea media de la espalda, sacro, codo etc (Fig. 6.8).

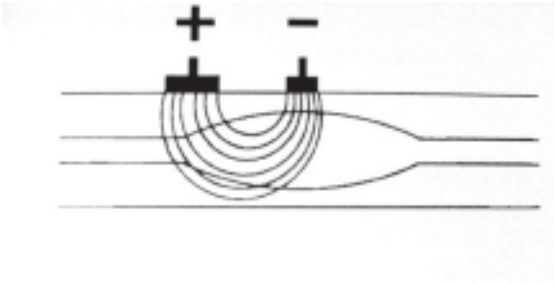


Fig. 6.8. Estimulación monopolar.

Se pueden utilizar electrodos activos puntiformes o de puntero, mientras que como electrodo indiferente se suelen utilizar electrodos de placa de gran tamaño.

Estimulación bipolar:

Los electrodos empleados deben ser del mismo tamaño, por lo que ambos serán activos, se aplican en los extremos del vientre muscular, logrando una estimulación muscular longitudinal, con el fin de acopiar muchas fibras musculares, este método es útil en el tratamiento de músculos muy débiles, cuando la estimulación unipolar requiera de una potencia fuerte, lo que puede producir es una dispersión del estimulo a otros músculos vecinos y enmascara la respuesta del músculo tratado. Con este método se localiza él estimulo, evitando la contracción de músculos vecinos (Fig. 6.9).

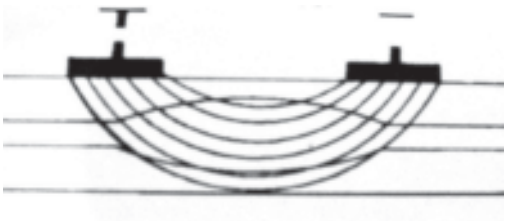


Fig. 6.9. Estimulación bipolar.

booksmedicos.org

Estimulación de grupos musculares:

Es la estimación simultánea de 1 grupo muscular, colocando un electrodo plano y grande sobre los puntos motores y el otro sobre el tronco nervioso que inerva los músculos, está indicado en músculos de inervación normal.

Punto motor: zona para la óptima estimulación de músculos esqueléticos donde el nervio motor penetra en el epinicio. En las figuras 6.10 y 6.11 se pueden observar los puntos motores corporales y faciales.

Para realizar la electroestimulación se debe de tener en cuenta que: el ánodo (+) es el electrodo que produce un menor estimulo y que el cátodo (-) es el electrodo que produce un mayor estimulo, por lo que tiene efectos excitadores más agresivos, en el método monopolar se emplean dos electrodos de diferente tamaño, al electrodo menor se le llama activo y al electrodo mayor se le llama electrodo indiferente, además es necesario conocer si los músculos que vamos a estimular están inervados o no.

Músculo inervado:

Para estimular un músculo inervado se utilizan corrientes fáradicas y corrientes de media frecuencia, se pueden emplear los 3 métodos de aplicación monopolar, bipolar o estimulación de grupos musculares, en dependencia del área a tratar, teniendo en cuenta su localización y tamaño.

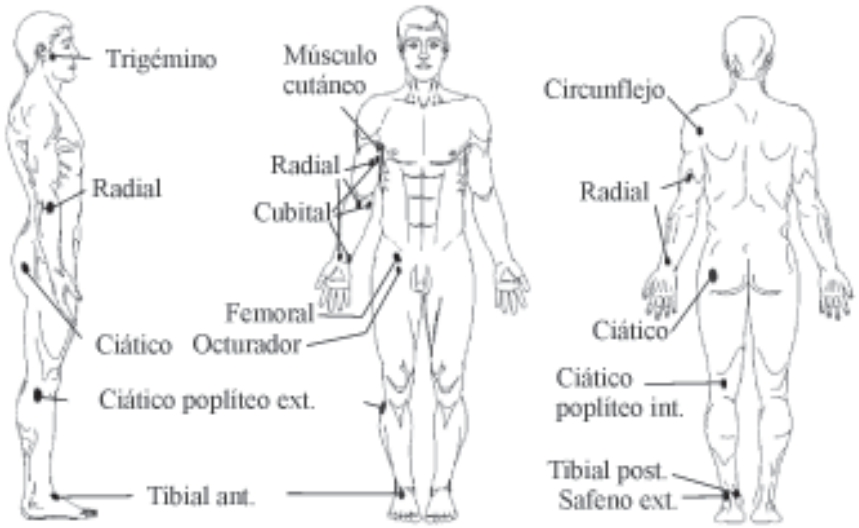


Fig. 6.10. Puntos motores corporales.

booksmedicos.org

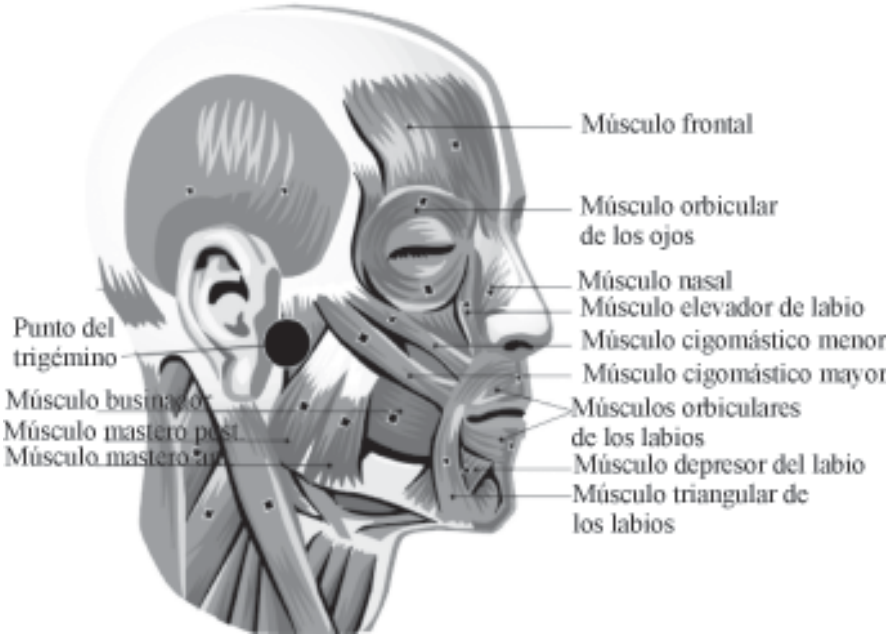


Fig. 6.11. Puntos motores faciales.

Por ejemplo si se va a emplear el método monopolar, existe un punto motor al cual se le aplicará el electrodo activo y el electrodo indiferente se ubicará distante, electrodo activo en músculo de miembro superior y electrodo indiferente en la columna cervical.

Los objetivos que se persiguen al estimular un músculo inervado son:

- Prevenir atrofia por inmovilidad.
- Relajar músculo en espasmo postraumático.
- Disminuir la espasticidad.
- Reeducación muscular.
- Estimulación previa al posoperatorio.

Músculo denervado:

Para estimular un músculo denervado se usan corrientes rectangulares, triangulares o exponenciales, se puede emplear el método bipolar y el monopolar, es importante tener en cuenta que estos no poseen un punto motor nervioso que permita estimular al nervio, pues este está dañado y disfuncional, por lo que si se va a emplear el método monopolar que es el más usado, el electrodo activo o sea el de menor tamaño, se ubicará en el punto de mayor

booksmedicos.org

respuesta a nivel del músculo que se quiere estimular o sea a nivel del punto motor muscular.

Los objetivos que se persiguen al estimular un músculo denervado son:

- Retardar la progresión de la atrofia.
- Disminuir la aglutinación intrafascicular y esclerosis del tejido muscular.
- Mejorar la circulación y la nutrición del músculo.

Técnica de aplicación:

- Conectar el equipo.
- Poner la corriente adecuada.
- Colocar el paciente en posición adecuada cómoda y relajada según el músculo a estimular:
  - Ej. Posición sentada para la estimulación de cuadriceps.
  - Posición en decúbito prono para estimulación de isquiotibiales.
- Los electrodos no deben quedar nunca en contacto con la piel. Se envuelven en gasa, algodón, exponted o esponja. Esta envoltura debe sobresalir 1 cm por cada lado del electrodo. La cara de la funda que queda en contacto con la piel debe ser doble.
- Las fundas se deben mojar y luego escurrir en agua templada no destilada para vencer la resistencia cutánea al paso de la corriente.
- Colocar los electrodos según el método de aplicación (bipolar o monopolar).
- Subir la intensidad o potencia lentamente hasta obtener la respuesta deseada.
- Observar y comprobar si hay contracción muscular en el paciente acorde al músculo estimulado, buscar mejor respuesta variando los parámetros de la corriente.
- Al finalizar tratamiento bajar la intensidad a 0 y desconectar el circuito al paciente al terminar, indagar acerca del resultado de la sesión.

Indicaciones:

- Evitar la atrofia por desuso.
- Ayudar a la reeducación muscular.
- Tratamiento del paciente espástico.
- Potenciación muscular.
- Potenciar el efecto de bomba muscular para mejorar la circulación de retorno y evitar la trombosis.
- Tratamiento de la incontinencia urinaria.

booksmedicos.org

Precauciones:

- Los equipos deben cumplir las normas internacionales de seguridad eléctrica.
- Exigir del fabricante la documentación referente a normas y medidas de seguridad del equipo.
- Los equipos y componentes deben estar en correctas condiciones de funcionamiento.
- Evitar cualquier elemento metálico en las cercanías del equipo y del paciente.
- No utilizar en áreas húmedas (salas de hidroterapia).
- No instalar ni utilizar el equipo en las cercanías de fuentes de calor.
- No emplear el equipo en las cercanías (3 m o más) de un equipo de onda corta o microondas.
- Revisar el equipo periódicamente por personal calificado.
- Comprobar, antes de cada aplicación, el estado de cables y electrodos.
- Colocar los electrodos con el equipo desconectado.
- Realizar los cuidados de la piel necesarios después de estimulaciones prolongadas.
- No modificar los parámetros de estimulación mientras el estímulo está aplicándose al paciente.

Contraindicaciones:

- Tórax y región precordial.
- Proximidades de nervios.
- Sobre el seno carotídeo.
- HTA o hipotensión arterial.
- Trastornos vasculares.
- Neoplasias.
- Infecciones.
- Embarazo.
- Cercano a equipos de diatermia.
- Obesidad.
- Anomalías neurológicas cerebrales.
- Niños pequeños, ancianos.
- Enfermos mentales.

Reacciones cutáneas de la piel en la región bajo los electrodos:

- Químicas.
- Eléctricas.
- Mecánicas.

booksmedicos.org

Equipos de electroterapia producidos en Cuba

Entre los equipos de electroterapia que se producen en Cuba se encuentra el equipo de electroterapia Classico (Fig. 6.12) y el equipo Comby (Fig. 6.13), ambos de la marca Biomax de la empresa mixta cubana italiana TECE.

Fig. 6.12. Equipo de electroterapia Classico.

Fig. 6.13. Equipo de electroterapia Comby.

Características del equipo de electroestimulación Classico

Tipos de corrientes:

- Tens.
- Fortalecimiento muscular.
- Interferenciales.
- Kotz.
- Farádicas.
- Impulsos triangulares.
- Rectangulares.

booksmedicos.org

- Galvánica.
- Diadinámicas.

Posee además: 67 protocolos de tratamiento preprogramados, los que se pueden memorizar y modificar.

Y se puede realizar electrodiagnóstico, determinando hasta 16 puntos de la curva I/t y realizando el cálculo automático de reobase, cronaxia, e índice de acomodación.

Características del equipo de electroestimulación Comby

Equipo de terapia combinada.

Tipos de corrientes:

- Galvánica.
- Fortalecimiento muscular.
- Tens.
- Interferenciales.

Ultrasonidos.
Emisión continua-pulsada.
Duty cycle: 25, 50,75 %.
Cabezal: 1mhz, 5cm^2
Intensidad:
0-2 w/cm^2-CONTINUO.
0-3 w/cm^2-PULSADO

En los servicios de rehabilitación de atención primaria y secundaria de todo el país, se encuentran otros equipos de electroterapias de última generación, pertenecientes a las firmas PHYSIOMED y ENRAF NONIUS (Fig. 6.14).

Fig. 6.14. Equipo combinado de electroterapia y ultrasonido.

booksmedicos.org

Electrodiagnóstico clásico o tradicional

Puede ser definido como la utilización de las corrientes eléctricas en el diagnóstico de las condiciones patológicas del sistema neuromuscular.

Existen 2 hechos muy importantes que se deben tener en cuenta:

- Para provocar un impulso nervioso se requiere una intensidad eléctrica mínima: intensidad umbral.
- Una vez alcanzada esta intensidad umbral, la magnitud de la respuesta no depende de la intensidad del estímulo, sino de las características del tejido estimulado

Objetivo diagnóstico de la estimulación muscular.
Obtención de información sobre la medida de la excitabilidad del aparato neuromuscular lo que a su vez puede indicar el grado de denervación del músculo.

Prueba farado galvánica:
Basada en los siguientes hechos:
- El músculo inervado es estimulable por corriente farádica y por corriente galvánica.
- El músculo denervado es solo estimulable por corriente galvánica.

Prueba de excitabilidad farádica:
- Fibra muscular no se excita con estímulos < 1 ì s.
- Muestreo rápido para ver si hay músculos denervados.
- Tratamiento con excitomotrices o exponenciales.
- Farádica de 1ì s-Frecuencia 50 Hz, si no hay trenes de salva de 1 s cada 2 s interrumpir con electrodo manual.

Técnica:
- El (+) alejado del territorio a explorar.
- El (-) en el trayecto del nervio o punto motor del músculo problema y aumentar la dosis.
- Respuesta clara y brusca músculo estimulado o músculos del territorio distal del nervio explorado con inervación normal.
- Falta de respuesta muscular sugiere axonotmesis total con denervación total de los músculos. Repitiendo la estimulación en segmentos más proximales del nervio, si responden algunos músculos proximales localiza el punto de lesión a partir del cual se hace inexcitable.

booksmedicos.org

- Respuesta brusca pero poco potente, denervación parcial o regeneración parcial del nervio lesionado.
- Ausencia o disminución de respuesta punto proximal del nervio y una respuesta normal al estimularlo más distal sugiere bloqueo total o parcial reversible; neuropraxia.

Estimulación galvánica:
Respuesta que confirma denervación pues al aplicar en el mismo músculo un pulso rectangular de más de 100 ì s este no responde.

Prueba farado galvánica:
La interpretación de la prueba es evidente, las fibras musculares que responden tanto a la corriente farádica como a la galvánica son fibras musculares inervadas, y las que responden sólo a la galvánica, son fibras musculares denervadas. Por regla general, la intensidad en estado normal es de 2 a 8 mA.

Curva I/t (intensidad/tiempo)

- La curva de intensidad-tiempo es una exploración que utiliza corriente de impulso para producir la contracción muscular (Fig. 6.15 A).
- Establece la relación entre la duración del impulso rectangular y la intensidad mínima para producir una contracción umbral en el músculo que se estudia.
- Se fundamenta en que nervio y músculo tienen curvas distintas y en que el músculo normal responde a través del nervio, mientras que el denervado responde directamente con una curva muscular distinta.
- Cuanto menor es la duración del impulso, mayor debe ser la intensidad de la corriente.
- Estas curvas se representan en un gráfico, en el cual la abscisa expresa el tiempo y la ordenada expresa los valores mínimos de las intensidades que cada impulso debe tener, según su duración. Estos estudios se realizan con impulsos rectangulares.
- Para el cálculo de la curva se debe determinar la intensidad necesaria para obtener una contracción mínima en el músculo que se estudia, para diferentes duraciones del impulso: 1000; 400; 200; 100; 50; 21; 12; 6; 1,2; 0,5; 0,2 y 0,005 ì s.
- Los valores encontrados se marcan sucesivamente en un gráfico representado en un papel especial.
- La curva se obtiene al ser conectados los puntos entre sí.
- De esa misma manera se obtienen las respuestas generadas por el impulso triangular, que conformarán la llamada curva A/t (acomodación / tiempo) o I/A

booksmedicos.org

- Colocan 2 electrodos pequeños 30x40 o menos sobre el músculo problema.
- Negativo (-) en el punto motor. Positivo (+) en el tendón.
- Músculos pequeños utilizar electrodos (-) de mando y (+) mayor y alejado.
- Duración del primer impulso 1000 ì s, se eleva la intensidad hasta la intensidad mínimamente visible, pero bien diferenciada.
- Si responden músculos vecinos mover los electrodos pero con intensidad a cero o electrodo de puntero.
- Obtenida la contracción umbral se anota el valor intensidad en el punto 1000 ì s, se disminuye la duración a 500 y se comprueba si hay contracción.
- En tiempos largos la intensidad mínima no suele variar y el tramo derecho de la curva es plano, la Intensidad repetida es la reobase.
- La reobase es la menor intensidad de corriente capaz de provocar una contracción muscular mínima con una duración de impulso de 500-1000 ì s y carece de valor diagnóstico fiable, es sólo un dato de referencia para obtener la cronaxia. El valor de la reobase es diferente para cada músculo.
- El tiempo útil es el tiempo mínimo que necesita un impulso rectangular para provocar una contracción mínima. En este caso, la intensidad es igual a la reobase. El valor del tiempo útil se sitúa alrededor de los 10 ì s.
- La cronaxia es el tiempo que necesita un impulso rectangular para provocar una contracción muscular mínima cuando la intensidad de la corriente es el doble de la reobase.
- Generalmente, el valor de la cronaxia se sitúa entre 0,1 y 1 ì s.

Interpretación:

- Normal: La curva queda muy a la izquierda y no comienza a elevarse hasta menos de 1-2 ì s. Es una curva de respuesta de nervio e indica normalidad con inervación intacta del músculo.
- Denervación total: La curva se eleva muy pronto y queda en la mitad derecha del gráfico. Curva de respuesta directa del músculo si el nervio ha degenerado y es inexcitable.
- Denervación parcial o en fase de reinervación: Curva mixta con componente de nervio normal (izquierdo) y músculo denervado (derecho). La aparición de inflexión en una curva anterior de denervación total, indica inicio de reinervación.

Interpretación de la cronaxia:

- Músculo normal: 0,02- 0,70 siempre menor de 1 ms. Cronaxias menores (0,01-0,09) pueden indicar un estado de hiperexcitabilidad.
- Denervación parcial: 1,0-7,0 en general es reversible.
- Denervación total 10-100. Puede ser irreversible.

booksmedicos.org

Curva A/t (acomodación/tiempo)

- La curva A/t o I/A (acomodación o adaptación a estímulos exponenciales) permite realizar el diagnóstico precoz de la denervación muscular y determinar la duración del impulso exponencial más eficaz para el tratamiento de la denervación en sus distintas fases evolutivas (Fig. 6.15 B).

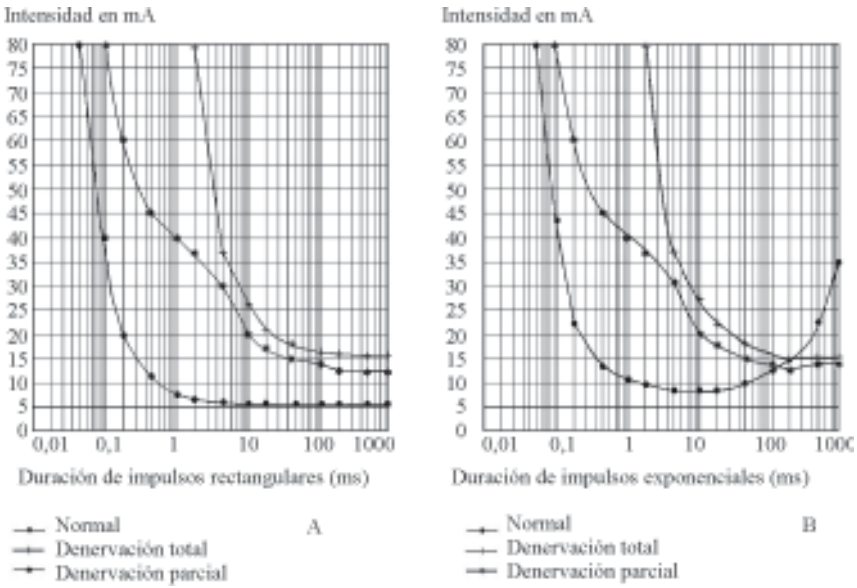


Fig. 6.15. Gráficos de curvas intensidad /tiempo(A) y de acomodación /tiempo(B), representados en escala semilogarítmica.

- Esta curva es complementaria de la I/t, aunque la medida de la acomodación sólo es útil en los tiempos largos.
- En los tiempos cortos se superponen ambas curvas.
- La capacidad de acomodación a impulsos exponenciales se altera precozmente en la primera semana de evolución de la lesión nerviosa, antes de que se afecte la curva I/t.
- El umbral de acomodación es la intensidad necesaria para que un impulso triangular o exponencial de "duración infinita" provoque una contracción mínima. La duración del impulso que se utiliza en la práctica se ajusta en 500 o 1 000 ì s.
- La duración óptima del impulso es el tiempo necesario para provocar una contracción muscular mínima con un impulso triangular o exponencial, que en el tejido muscular sano se sitúa alrededor de los 20 ì s.
- El cociente o índice de acomodación se determina dividiendo el umbral de acomodación por la Reobase.

booksmedicos.org

- El músculo inervado se acomoda a impulsos eléctricos de aumento progresivo, por ello la curva triangular presenta una ascensión gradual con respecto a la rectangular.
- Su valor normal se sitúa entre 2 y 6, cifras inferiores indican denervación muscular, mientras que valores superiores pueden orientar hacia una distonía vegetativa.

Obtención de la curva:

- Impulso exponencial.
- Duración entre 10-500 ì s.
- Negativo (-) pequeño sobre punto motor o masa muscular y Positivo (+) en el tendón.
- Elige duración 10 ì s y eleva intensidad hasta contracción umbral.
- Repetir la operación hasta alargando pulsos a 20-50-100-200-500 y obtener mínimas intensidades mínimas.
- La contracción de impulsos exponenciales no es brusca como la rectangular sino perezosa y a veces molesta.
- Músculo normal: respuesta a través de nervio. Curva se eleva a partir de 20 ì s y alcanza un mA de 3-5 veces mayor en tiempos de 500-1000 ì s. Acomodación normal.
- Denervación parcial: La curva se eleva menos mas tarde y frecuentemente hace inflexión disminuyendo el mA en tiempos largos.
- Totalmente denervado: la curva apenas se eleva o incluso desciende algo al aumentar los tiempos. Perdió la capacidad de acomodación. Pulsos exponenciales de tiempos largos para tratamiento.
- La curva A/t es normal cuando se eleva a partir de los 20 ì s y alcanza un valor en mA de 3 a 5 veces mayor en los tiempos de 500 a 1000 ì s, considerándose en este caso la capacidad de acomodación normal.
- Cuando el músculo ha sido denervado recientemente o cuando la denervación es parcial, entonces la curva se eleva menos, más tarde y frecuentemente hace una inflexión, además, se observa una disminución del valor de mA en los tiempos muy largos.
- Si el músculo está completamente denervado, la curva casi no se eleva o puede inclusive descender algo a medida que se aumentan los tiempos.
- En ese caso se interpreta como pérdida de la capacidad de acomodación y pueden emplearse tiempos largos para el tratamiento.
- En la evolución del paciente ambas curvas pueden desplazarse hacia abajo y a la izquierda, lo cual indica reinervación muscular.
- La apreciación de la contracción muscular mínima visible es esencialmente subjetiva, puede variar de un examinador a otro, puede depender del espesor de la capa subcutánea o de la localización superficial o profunda del músculo examinado.

booksmedicos.org

- Estos inconvenientes han lastrado la aplicación de las técnicas de electrodiagnóstico clásico, las cuales, por ser poco objetivas, han sido sustituidas por la Electromiografía y estudios afines, que son más fiables y precisos.

Corrientes analgésicas

Teorías o mecanismos que explican los efectos analgésicos de las corrientes de baja y media frecuencia

- Iontoforesis.
- Interferencia del dolor por aplicación local o a lo largo del trayecto nervioso.
- A través de la puerta de entrada.
- Aplicación sobre zonas reflejas o acupunturales.
- Sistema autoanalgésico cerebral.
- Aplicación por corriente de alto voltaje.
- Aplicación por contracciones musculares alternativas.

Iontoforesis:

Consiste en la introducción de medicamentos a través de una corriente aplicada sobre la piel, en este caso se utilizan analgésicos, anestésicos, etc., que son incorporados en el espesor de las capas celulares que conforman la piel y luego distribuidos a través de la microcirculación local alcanzando las zonas de lesión. Se obtiene una combinación de efectos sensitivos, polares, circulatorios potenciados con la introducción del medicamento.
Interferencia del dolor:
- Cátodo en o cerca de la zona dolorosa.
- nodo junto a las espinosas, hacia la metámera afecta.
  - *Efecto electroquímico* de los electrodos sobre las zonas, contribuyendo a la regularización del metabolismo zonal (más efectivo en corrientes polares)
  - *Efecto sensitivo,* conducido por fibras A delta, que desencadenará inhibición a nivel de la formación reticular de la médula.
  - Cuando se aplica una estimulación eléctrica en el trayecto de un nervio (tejido muy excitable), el impulso eléctrico aplicado viaja en ambas direcciones. La parte de este impulso que viaja hacia la médula (flujo ortodrómico), va a actuar por medio del mecanismo de la puerta de entrada. La otra parte del impulso que se desplaza en sentido contrario, hacia la periferia (flujo antidrómico), va a producir una interferencia con la frecuencia del impulso doloroso, obteniéndose una nueva frecuencia de "batido", siendo la resultante de menor frecuencia que las originales, con el consiguiente efecto de reducción del estímulo doloroso.

booksmedicos.org

Tratamiento que utiliza la "Puerta de entrada"

Esta teoría se pone de manifiesto solamente cuando las corrientes tienen una frecuencia igual o superior a los 100 Hz. Ej. Interferencial, Tens convencional y de las diadinámicas la DF.

- Es el mecanismo más citado para explicar la Electroanalgesia. Basado en la teoría del "gate control" desarrollada por Melzack y Wall.
- Las células T (dentro de la sustancia gelatinosa de Rolando, en la médula) son estimuladas por fibras aferentes nociceptivas, de pequeño diámetro y amielínicas (tipo C) o por fibras de gran diámetro, poco mielinizadas (tipo Ad). Su función específica es transmitir esta información nociceptiva hacia los centros superiores.
- Cuando las células T, además reciben un estímulo sensorial no doloroso (conducido por fibra Aß) son capaces de inhibir la transmisión de la información nociceptiva a los centros superiores, sirviendo como puerta de entrada. De este modo, el reclutamiento predominante de fibras Aß, responsables de la transmisión epicrítica y cinestésica, bloquea, en el asta posterior de la médula, la transmisión del impulso nociceptivo conducido por fibras Ad y C. Esta teoría de "la puerta de entrada" ayuda en la comprensión del efecto de alivio parcial o total que surge al frotar con firmeza, durante unos minutos, la parte del cuerpo que ha sufrido un golpe, o el efecto al aplicar masaje o vibradores transcutáneos con fines terapéuticos.

Objetivos:

- Desencadenar mecanismos de sedación nerviosa general.
- Estimular descargas hormonales inhibidoras del simpático y activadoras del parasimpático.
- Aumentar el umbral psíquico del dolor.
- Inhibir la transmisión entre núcleos talámicos y corteza.
- Disminuir el tono muscular y relajar contracturas.

Aplicación sobre zonas reflejas o acupunturales. Se desencadenan respuestas neurohumorales, neurotransmisores específicos, y secreción de opiáceos endógenos, lo cual está destinado a:

- Inhibir sensaciones dolorosas.
- Inhibir unas respuestas de contractura y activar otras de defensa.
- Inhibir unas respuestas vegetativas y activar otras de defensa.
- Regularizar la inervación y control del sistema nervioso en la zona afectada.
- Influir en respuestas psicosomáticas.

booksmedicos.org

Sistema autoanalgésico cerebral. Existe un mecanismo en que una vez que el dolor llega por vías espinotalámicas a la formación reticular del tronco cerebral, a través de interneuronas activadoras de núcleos de la base, estas envían impulsos eferentes de retroceso a la médula.

Cuando estos impulsos llegan a la formación reticular medular, producen efecto inhibidor en las sinapsis entre la fibra C y la neurona espinotalámica de ascenso. Este mecanismo tiene como resultado una disminución del volumen de estímulo doloroso que llega a corteza. El efecto se realiza a través de neurotransmisores específicos como las encefalinas y la serotonina.

Estimulación del sistema auto analgésico cerebral por electroterapia:

- Estímulos intensos y levemente dolorosos.
- No debe ser un estímulo mantenido.
- Colocar electrodos de forma que provoquen fácilmente el dolor, o en zonas reflejas.
- No necesariamente colocados en el punto doloroso.
- Aplicación segmentaria correspondiente.
- Aplicación durante largos períodos.

Aplicación de corrientes de alto voltaje:

- Se utilizan impulsos rectangulares de corta duración y de gran amplitud.
- Está basada en la respuesta excitatoria en que cuando menor sea el tiempo de estímulo, mayor amplitud o intensidad se necesita en dicho estímulo para obtener la misma respuesta.
- Se buscan estímulos selectivos sobre fibras sensitivas y evitar riesgos de quemadura eléctrica.

Contracciones musculares alternativas:

- Válida ante contracciones crónicas, con dolor, en proceso de fibrosis, con signos de edema y pérdida de la elasticidad.
- Efecto descontracturante por regulación del control del tono muscular.
- Estímulo de mecano receptores inhibidores del dolor.
- Reactivación de la circulación sanguínea y linfática, con llegada de oxígeno, nutrientes y recogida de desechos titulares.
- Mejoría del metabolismo muscular.
- Eliminación de sustancias irritantes para los nociceptores, que se retienen en el proceso de contractura muscular.

booksmedicos.org

Mecanismos que intervienen en la electroanalgesia:

- Estimulación sensitiva a lo largo del trayecto nervioso, (adormecimiento de la zona).
- Estímulo sensitivo de la zona dolorosa sin componente galvánico, (subida del umbral sensitivo local y efecto puerta en la formación reticular medular).
- Analgesia local por estímulos sensitivos con componente galvánico, (foresis de catabolitos que irritan químicamente).
- Reducción de las tensiones musculares tendinosas debidas a contracturas, (vibraciones musculares que conducen a relajación).
- Trabajo muscular que limpiará al músculo y sus alrededores, de toxinas y líquidos retenidos, (contracciones alternas que generarán bombeo circulatorio).

CORRIENTES DE BAJA FRECUENCIA

Corriente galvánica o continua

Corriente eléctrica continua, ininterrumpida, de baja tensión (60-80 V) y de una intensidad no mayor de 200 mA (Fig. 6.16).

Fig. 6.16. Gráfico que representa la corriente continua o galvánica.

Electrolisis: Cuando los iones se ven sometidos a una fuerza eléctricamente mayor que la de sus iones vecinos lógicamente emigran a través del líquido que los sustenta hacia la fuerza eléctrica que los atrae o repele.

Efectos físico-químicos:

- Magnéticos
- Térmicos.
- Efectos en soluciones electrolíticas.

Efectos fisiológicos:

- Efectos polares.
- Efectos interpolares.

booksmedicos.org

Cátodo (-) exceso de e^-	*nodo (+) déficit de e^-*
- Reacción alcalina.	- Reacción ácida.
- Quemadura por álcalis.	- Quemadura por ácido.
- Rechazo a los iones negativos.	- Rechazo a los iones positivos.
- Acción cataforética.	- Acción anaforética.
- Acción excitante	- Acción sedante.
- Vasodilatación.	- Vasoconstricción.

Acciones que produce cada polo:

Polo (positivo)	*Polo (negativo)*
- Atrae oxígeno.	- Atrae hidrógeno.
- Acido.	- Alcalino.
- Deshidrata tejidos.	- Licua tejidos.
- Vasoconstrictor.	- Vasodilatador.
- Causa isquémica.	- Causa hiperemia.
- Detiene hemorragias.	- Causa hemorragias.
- Más germicida.	- Menos germicida.
- Sedante.	- Estimulante.
- Repele bases, metales y alcaloides.	- Repele ácidos.
- Corroe metales por oxidación.	- No corroe metales.
- Alivia el dolor de la congestión.	- Estimula dolor (Excepto) cuando hay isquemia

Para determinar la polaridad puede usarse algunas de las pruebas siguientes:

- Prueba del papel tornasol: Se toma un pedazo de papel tornasol, con el equipo encendido, se pone en contacto los polos con el papel separados a 1.8 centímetros. El papel tornasol azul se vuelve rojo bajo el polo positivo, si la prueba se realiza con papel tornasol rojo, este se vuelve azul bajo el polo negativo.
- Prueba del agua: Se colocan ambos polos en un baso de agua evitando que hagan contacto entre si, se espera la formación de burbujas que en el polo negativo se forma el doble de burbujas que en el positivo.

Efectos interpolares:

- Vasomotor - trófico.
- Acción sistema nervioso.
- Efecto térmico.

booksmedicos.org

Acción vasomotora: Resultante de la activación de la circulación, que persiste algunas horas después de la aplicación.

Consta de 3 fases que condicionan un efecto trófico duradero.

- Enrojecimiento activo de la piel.
- Enrojecimiento que disminuye o desaparece.
- Reaparece la hiperemia ante cualquier estímulo térmico.

Acción sistema nervioso:

SNC: aplicado sobre el cráneo.
- Vértigo voltaico.
- Galvano narcosis.

SNP: Excitación del sistema neuro - muscular.
- Acción sobre los nervios sensitivos, acción analgésica.

Efecto térmico:

- Tiene poca aplicación práctica.
- La temperatura puede aumentar entre 2 a 3 debajo de los polos.

*Efecto ascendente y descendente.*Basado en el sentido de circulación de la corriente, de cabeza a pies o de pies a cabeza.
nodo (+) repele los cationes (+), y atrae los aniones (-) y el cátodo (-) atrae los cationes (+) y repele los aniones (-)
Corriente descendente: (+) craneal y (-) distal, es sedante y analgésica. Los cationes (+) se desplazan del ánodo (+) hacia el cátodo (-).
Corriente ascendente: (+) distal y (-) craneal, es excitante del SNC. Los aniones (-) se desplazan del cátodo (-) hacia el ánodo (+).

Formas de aplicación:

- Iontoforesis.
- Galvanización general.
- Galvanismo quirúrgico.
- Estimulación neuromuscular.

La dosificación está condicionada por:

- El tamaño de los electrodos.
- La intensidad de la corriente.

booksmedicos.org

- El tiempo de aplicación.
- Tolerancia individual del paciente.

Nunca se sobrepasa los 12 mA de intensidad. Generalmente se aplican entre 1 y 5 mA en electrodos pequeños, o entre 1 y 12 mA en electrodos grandes. El tiempo de aplicación es de 10-15 min pero si es bien tolerada se puede llevar hasta 30-40 min.

Indicaciones:

- Inflamaciones subagudas.
  - Traumas.
  - Infecciones.
  - Contusiones.
  - Esguinces.
  - Procesos reumáticos.
  - Fibrositis.
  - Celulitis.
- Artritis crónica.
- Neuralgias-neuritis.
- Transtornos circulatorios.
- Paresia-parálisis flácida.
- Trastornos psiquiátricos.
- Terapia previa a otras técnicas de electroterapia (eleva la excitabilidad neuromuscular).
- Activación de la cicatrización de úlceras poco irrigadas.
- Consolidación ósea en el retardo de consolidación.
- Efecto sedante general por medio de baño galvánico.

Contraindicaciones-precauciones:

- Endoprótesis u osteosíntesis.
- Marcapasos.
- Problemas cardíacos.
- Embarazo.
- Procesos cancerígenos.
- Tromboflebitis.
- Piel en mal estado y heridas.
- Trastornos de la sensibilidad.
- Respuestas neurovegetativas exageradas.

booksmedicos.org

Galvanización general

- El área del electrodo puede ser igual o distinta, en el caso de que sea diferente el electrodo el más pequeño es el activo y se coloca donde se necesite acción máxima.
- La distancia entre ambos electrodos no debe ser menor que el tamaño de los electrodos.
- Los electrodos se envuelven en almohadillas hidrofílicas de 1-2 cm de espesor y 1 cm por fuera del electrodo, la cual se impregna en agua tibia.
- Los electrodos deben tener un buen contacto con la piel en toda su extensión, para no producir quemaduras.
- La intensidad de la corriente esta dada por la sensibilidad individual del paciente, la cual se manifiesta por sensación de hormigueo o pequeños pinchazos.
- Las almohadillas se lavan con agua corriente después de cada tratamiento y después, se hierven, no puede usarse jabón ni detergente.
- El tratamiento dura de 15-30 min y se realiza diario o en días alternos 10-15 sesiones.

Intensidad de corriente aconsejada por cada tipo de electrodo:

Electrodos	60 x 40	60 x 60	60 x 120
Superficie en cm^2	24	36	72
Intensidad aconsejada	2,5 mA	3,5 mA	7 mA

Corriente alterna

Es una corriente de magnitud y sentido variable en el tiempo cuya variación esta dada por una función sinusoidal. Al inicio un extremo es negativo y el otro positivo después se invierte la polaridad. Cada movimiento alternante es un ciclo.

Pulsos:

La corriente galvánica interrumpida en forma de pulsos constituye la base de las corrientes de baja frecuencia.

Los pulsos con parámetros adecuados son capaces de despolarizar la membrana de las fibras nerviosas o musculares y producir artificialmente su excitación.

booksmedicos.org

La estimulación de fibras nerviosas aferentes sensitivas en el objetivo de las corrientes excitomotoras.
Los pulsos de corrientes galvánicas interrumpidas tienen polaridad y producen efectos químicos sobre la piel.
Para mejorar la tolerancia y seguridad, se utiliza de preferencia pulsos bifásicos compensados que los evitan, pero los parámetros y modos de acción son básicamente los mismos. Es imprescindible conocer y elegir en cada aplicación los parámetros adecuados de pulso (Fig. 6.17).

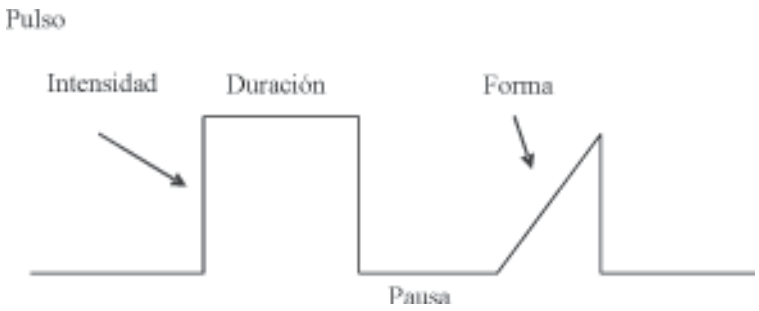


Fig. 6.17. Parámetros de pulso.

Duración o tiempo de pulso. Se mide en milisegundo, o en microsegundos cuando los pulsos son muy breves (1 ì s - 100 ì s) los equipos permiten una amplia selección de duración.

En la práctica se utilizan duraciones de 0,01 a 10 ì s (10 a 10,000 ì s) para estimular nervio sensitivo o motor y de 50 a 500 ì s para estimular fibra muscular denervada o lisa visceral.

Los pulsos breves se toleran mejor que los largos, pero si son demasiados breves resultan ineficaces o requieren altas intensidades. Por otro lado si son excesivamente largos sobrecargan inútilmente la piel con el mismo efecto que otros de menor duración.

Duración o tiempo de pausa. Tiene que ser como mínimo el doble de la del pulso para permitir una buena recuperación de la fibra estimulada y que el siguiente pulso no caiga en el período refractario. En general, la pausa utilizada en clínica es mucho más larga.

booksmedicos.org

Frecuencia de estimulación. La frecuencia de los impulsos se expresan en Herzios (Hz) aunque algunos autores anglosajones siguen hablando de ciclos por segundo (c.p.s) conviene recordar que las frecuencias menores de 1 Hz se expresan en decimales por ejemplo: 0,2 Hz es un pulso cada 5 s 1/0,2 = 5.

La frecuencia esta dada por la fórmula:

$$\text{Frecuencia de los trenes de pulso en Hz} = \frac{1\,000}{\text{Duración de trenes en ì s} + \text{Pausa entre pulso en ì s}}$$

Los nervios admiten frecuencia elevadas de estimulación que pueden llegar a 1000 Hz, pero en la clínica se utilizan hasta 250 - 300 Hz.

Si es nervio motor, cuya estimulación provoca contracciones musculares la frecuencia máxima de repuesta viene reducida por la contracción y recuperación de fibras musculares que es más lenta. Con frecuencia de más de 30 Hz se produce ya la tetanización o contracción continuada del músculo. La cual no es útil.

Intensidad de pulsos o dosis. Se mide en miliamperios (mA) pero como el efecto fisiológico depende de las propiedades eléctricas de los tejidos que la atraviesa la corriente y la distancia de los electrodos al nervio o músculo la dosis se ajusta de acuerdo con el efecto producido; sensación de cosquilleo percibida por el paciente o magnitud de la contracción muscular.

Existe una relación entre duración del pulso y la intensidad necesaria para ser efectivo que define una curva intensidad /tiempo (que se utiliza con frecuencia en los electrodiagnósticos).

Forma del pulso. Estos pueden ser rectangulares, exponenciales y sinusoidales (Fig.6.18). La forma clásica del pulso es la rectangular con ascenso y terminación brusca. Puede tener un ascenso progresivo. Exponencial, también llamadas a veces triangular. Las corrientes diadinámicas tienen pulsos de forma sinusoidal.

La forma exponencial, o de ascenso progresivo tiene especial interés ya que debido a las diferentes características de la membrana nerviosa y la muscular son pulsos que pueden estimular selectivamente el músculo denervado de la capa muscular de fibra lisa visceral.

booksmedicos.org

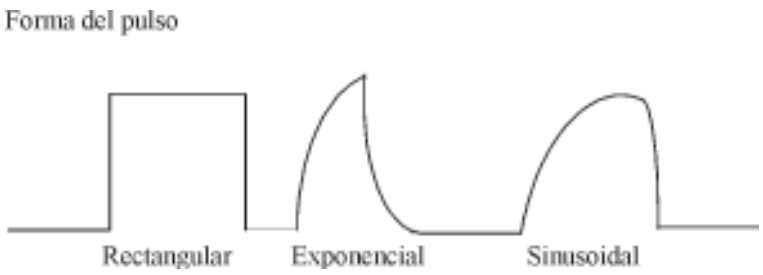


Fig. 6. 18. Pulsos rectangular, exponencial y sinusoidal.

Pulsos bifásicos. Además de los pulsos clásicos con una sola fase negativa existen pulsos bifásicos, con dos fases de signo contrario. El pulso bifásico tiene las dos fases de la misma forma. El asimétrico las tiene de forma distinta (Fig. 6.19).

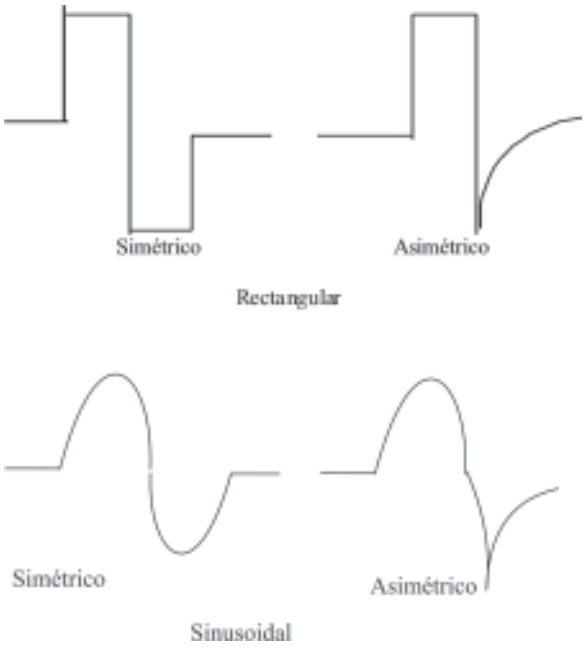


Fig. 6.19. Pulsos bifásicos simétricos y asimétricos.

booksmedicos.org

Pulsos compensados. Se dice que un pulso es compensado cuando las áreas de ambas fases son iguales, es decir, que si se aplica primero una corriente negativa e inmediatamente la misma intensidad de corriente positiva, se neutraliza el efecto galvánico y se habla de pulsos compensados. Con ellos mejora la tolerancia de la piel y se elimina el peligro de lesiones químicas.

Modulación de corriente en trenes o salva. Una corriente de baja frecuencia con una duración determinada de pulsos y pausas puede ser interrumpida periódicamente o modulada en forma de trenes o salvas.

Se puede constar con 2 series de parámetros:

- Los de corriente básica, con duración de pulsos y frecuencia propia.
- Los de la corriente modulada con la duración forman frecuencias de las salvas.

$$\text{Frecuencias de los trenes en Hz} = \frac{1\,000}{\text{Duración de los trenes en ì s} + \text{Pausas entre los trenes en ì s}}$$

Para provocar contracciones bastante fisiológicas en un músculo normalmente inervado se utiliza una corriente de base tetanizante (por ejemplo pulsos de 250 ì s a 65 Hz) modulada en trenes para producir contracciones rítmicas y rápidas (2 Hz) o lenta cada varios segundos o menos Hz.

Los trenes pueden tener una modulación en amplitud, de manera que las contracciones se instauren y terminen suavemente. Entonces es preciso definir la pendiente de ascenso y descenso.

Se puede hacer una modulación en frecuencia, variando periódicamente la frecuencia de la corriente básica, para evitar el efecto de adaptación o habituación de las corrientes analgésicas. Se define entonces el margen de variación de la frecuencia y la duración del barrido. La modulación en frecuencia se utiliza más en las corrientes de media frecuencia e interferenciales que en la baja frecuencia(Fig. 6.20).

booksmedicos.org

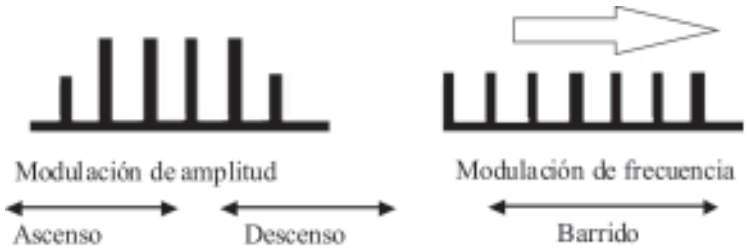


Fig. 6.20. Trenes modulados en amplitud y frecuencia.

Iontoforesis

Introducción de moléculas o átomos con una carga eléctrica (iones) en los tejidos, a través de la epidermis y las mucosas, empleando un campo eléctrico.

La penetración de este medicamento se realiza a través de las glándulas sudoríparas y folículos pilosos que son las que ofrecen menor resistencia y partiendo del concepto que se utiliza una corriente continua tanto en el ánodo como en el cátodo.

Es la propiedad de la corriente galvánica de introducir en el organismo iones colocados en el electrodo de su misma polaridad. Al contrario que en la electrólisis donde cada electrodo atrae los iones de signo contrario, la iontoforesis se basa en la migración o transferencia iónica provocada por la corriente continua, que hace que los iones del polo de igual signo se repelen y migren hacia el polo de signo opuesto. Así, los iones cargados con valencia positiva o negativa son repelidos dentro de la piel por una carga idéntica del electrodo colocado sobre la piel.

Experimentos que demuestran la iontoforesis:

En la experiencia de Labatut, este colocó en el centro de un recipiente rectangular una masa grande de carne, que se ajustaba perfectamente por dos de sus lados, de modo que quedaron en el recipiente 2 cavidades, anterior y posterior, no comunicadas entre sí; estas se rellenaron con una solución de cloruro de litio al 5 %.

En cada una de ellas se introdujo uno de los electrodos de la corriente galvánica y se dejó pasar la corriente durante algún tiempo.

booksmedicos.org

Se extrajo la carne de la cubera, se dividieron en secciones paralelas a las cavidades y se dosificó el litio que quedó en la solución, así como el existente en las secciones de carne.

De este modo se comprobó que el 60 % del litio penetró a la carne, pero no de forma uniforme: la mayoría se encontró en la sección adjunta a la cubeta que tenía el electrodo positivo; algo permaneció en la segunda capa adyacente a esta primera, y nada se encontró en las restantes capas, ni siquiera en la inmediata a la cubera donde estaba conectado el polo negativo.

Así se demostró que el único mecanismo de penetración del litio en la masa de carne se debió al rechazo de iones del mismo signo por parte de la corriente eléctrica, porque, de haber intervenido otro mecanismo físico, se habría apreciado el efecto, en alguna medida, en la parte de carne que estaba adjunta a la cubeta donde se introdujo el cátodo.

La experiencia de Leduc, demostró cómo se hacen penetrar iones en los animales vivos por medio de la corriente eléctrica. Para ello, y en un circuito de corriente continua, se colocan en serie dos conejos, A y B, y con los electrodos impregnados de las soluciones indicadas: para el conejo A, cloruro sódico en el ánodo y sulfato de estricnina en el cátodo; para el conejo B, cianuro potásico en el ánodo y cloruro sódico en el cátodo. Tanto la estricnina como el cianuro son venenos potentes, que producen la muerte con cuadros típicos y diferenciados uno del otro.

Pues bien, si se cierra el circuito, se puede comprobar que ambos venenos no ejercen su acción sobre los conejos, porque los iones que penetran en los conejos son, en el A, ion sodio a partir de ánodo e ion sulfato a partir del cátodo y, en el B, ion potasio a partir del ánodo e ion cloro a partir del cátodo. Sin embargo, basta invertir la polaridad de la corriente para que ambos conejos mueran de forma típica debido a la intoxicación estricnínica, el primero, y a la intoxicación por cianuro, el segundo, ya que, a causa del cambio de polaridad, ambos iones han penetrado ahora en los animales: el estricnínico, a partir del ánodo, en el primer conejo; el cianuro, a partir del cátodo, en el segundo conejo.

Estas experiencias demostraron, de forma dramática, la capacidad de introducir iones en seres vivos por la corriente eléctrica, en cantidad suficiente para producir efectos patológicos y, también, por tanto, para conseguir efectos terapéuticos con la introducción de medicamentos.

booksmedicos.org

Generalidades:

- A menor tamaño del ion mayor velocidad de migración.
- A menor voltaje menor velocidad de traslación.
- La introducción de los iones es más uniforme colocando los electrodos a poco distanciados y uno frente al otro.
- La cantidad de iones introducidos es directamente proporcional a la intensidad de corriente y al tiempo.
- No deben utilizarse electrodos activos mayores de 50 cm^2 superficie.
- La respuesta surgida con este método tendrá carácter local o general, alcanzando órganos o sistemas y corresponderá a la acción farmacológica de la sustancia medicinal introducida.
- Al caer en la sangre y la linfa la sustancia medicinal se distribuye por el organismo y ejerce una acción humoral.
- La sustancia medicinal conserva sus propiedades farmacológicas y ejerce una acción terapéutica específica.
- Se ha comprobado que la sustancia medicinal introducida por la electroforesis en cantidades 8-10 veces menores que la introducida por otros métodos, ejerce un efecto terapéutico igual.
- Durante la electroforesis se crea una acumulación del medicamento, donde este conserva su actividad farmacológica durante varios días, de esta acumulación de la sustancia introducida, se distribuye lentamente de manera uniforme por todo el organismo, ejerciendo una acción curativa sobre las células y los tejidos más sensibles a ese tipo de preparado.
- La reacción alcalina que tiene lugar bajo el cátodo (formación de hidróxido sódico, alta concentración de iones H y relativa rapidez de las reacciones) es mucho más cáustica para la piel que la reacción ácida que tiene lugar en el ánodo. Para minimizar la posibilidad de destrucción tisular y evitar irritación y posibles quemaduras bajo el cátodo, debe disminuirse la densidad de corriente (A/cm^2) en el electrodo negativo. Esto puede hacerse aumentando el tamaño del electrodo negativo, incluso si éste es el electrodo activo.
- Solo se utiliza en electroforesis aquellas sustancias que se dividan correctamente entre iones.

Efectos:

- Fisiológicos:
  - Físicos.
  - Químicos.
  - Térmicos.

booksmedicos.org

- Terapéuticos:
  - Los derivados de efectos fisiológicos.
  - Acción terapéutica de los medicamentos.

Ventajas:

- No tiene efectos digestivos.
- Efecto local.
- Aplicación no molesta.
- Potenciación corriente - medicamento.
- Facilitan la introducción de compuestos de alto peso molecular.
- El tiempo de absorción es más corto que la pasiva.
- Capaz de lograr concentraciones plasmáticas máximas y mínimas. Manteniendo nivel terapéutico.

Desventajas:

- Medicamentos ionizables.
- Difícil precisar dosis exacta.
- No factibles altas concentraciones.
- Precauciones con medicamentos de efecto potente con baja concentración.
- Procesos superficiales y locales.

Algunas soluciones medicamentosas para iontoforesis:

Trastornos	Solución	Polaridad.
Trastornos circulatorios periféricos.	Adrenalina.	(+)
Reumatismos.	Salicilato de sodio.	(-)
‡lceras crónicas, fístulas, heridas.	Sulfato de cinc 2 %	(+)
Periartritis.	Yoduro cálcico 2-3 %	(+)
Calcificaciones.	cido acético 2-5 %	(-)
Neuralgia, polineuropatías.	Vitamina B_{12}	(+)
Hematoma, tromboflebitis aguda.	Sal sódica de heparina 5- 10 000 U por sesión.	(-)
Reumatismos.	Hidrocortisona 1 %	(-)
Cicatrices.	Ioduro potasico 1 %	(-)
Algias	Lidocaína 2 %	(+)

booksmedicos.org

- *cido acético.* En solución del 2-5 %, aplicado en el polo negativo. Dosis de 5 mA con sesiones de 20-30 min. Se utiliza en el tratamiento de tendinitis calcificada y miositis osificantes.
- *Anestésicos locales.* Procaína o novocaína en solución al 1%, aplicada en el polo positivo. Se emplea como agente anestésico y analgésico en bursitis, neuralgias, contusiones, herpes zóster.
- *Aconitina.* Solución de nitrato de aconitina al 0,25 %, aplicada en el polo positivo. Posee una acción antiálgica potente. Utilizada en neuralgias intensas, como la del trigémino. Se emplea un electrodo especial. Precisa un seguimiento muy estrecho, debido a la alta toxicidad del producto y a su acción irritante sobre la piel.
- *Alfaquimiotripsina.* En solución al 1 %, aplicada en el polo positivo. Presenta una acción antiedematosa y antiinflamatoria. Se utiliza en contusiones y esguinces.
- *Antiinflamatorios no esteroideos.* Gel de ketoprofeno o de fenilbutazona en el polo negativo, con intensidad débil, entre 1 y 5 mA durante 45 min, con muy buenos resultados en el síndrome del túnel carpiano en sustitución de las infiltraciones.
- *Antiinflamatorios esteroideos.* Hidrocortisona o succinato de prednisolona en solución al 1 %, aplicados en el polo negativo, con una densidad de 0,5 mA/cm^2 en sesiones de 15-20 min. Por su efecto antiinflamatorio, se utilizan en todas las afecciones inflamatorias musculoesqueléticas, especialmente en afecciones pararticulares, como epicondilitis, tendinitis, bursitis y, también, enfermedad de Dupuytren.
- *Cloruro sódico.* En solución al 2 %, aplicado en el polo negativo. Utilizado como agente esclerolítico, fibrinolítico en cicatrices fibrosas, queloides y adherencias. En cicatrices queloides se precisa una fuerte intensidad, entre 15 y 20 mA, en sesiones de media hora, con muchos días de tratamiento. También se utiliza cada vez más en la enfermedad de Dupuytren tras cirugía.
- *Hialuronidasa.* 150 U en 250 cc de una solución buffer 0,1 M (acetato de sodio 11,42 g; ácido acético glacial 0,923 cc; agua destilada 1 000 cc). La hialuronidasa se añade extemporáneamente a la solución. Se aplica en el polo positivo. Está indicada en el tratamiento del linfedema crónico, tromboflebitis y linfangitis.
- *Yoduro potásico.* En solución al 1 %, se aplica en el polo negativo; tiene un efecto fibrinolítico. Es utilizado en cicatrices queloides y adherencias.
- *Oxido de cinc.* En ungüento al 0,1 M, aplicado en el polo positivo. Efecto antiséptico utilizado en las úlceras isquémicas.
- *Salicilato sódico.* En solución al 1 %, aplicado en el polo negativo. Se utiliza por su efecto antiinflamatorio y analgésico en mialgias y en artritis reumatoide.

booksmedicos.org

- *Sulfato de cobre.* En solución al 2%, en un recipiente con el polo positivo en su fondo. El electrodo negativo se aplica en la raíz del miembro. Efecto antimicótico, utilizado en la tiña pedis.
- *Sulfato de magnesio o cloruro de magnesio.* En solución al 25 %, aplicado en el polo positivo. Se utiliza en el tratamiento de las verrugas planas de las manos. El sulfato de magnesio también se utiliza por su efecto relajante muscular y vasodilatador.

Indicaciones:

- Analgesia local.
- Antialérgico.
- Antiinflamatorio (local).
- Vasodilatador-revascularizante.
- Vasoconstrictor.
- Descontracturante-fibrinolítico (colágeno).
- Relajante muscular.
- Cicatrizal.
- Neurotrófico local.
- Antiséptico.
- Antifúngico.
- Trombolítico.
- Reabsorción de edemas-hematomas.
- Anestesia local superficial.

Contraindicaciones:

- Erosión y úlceras cutáneas.
- Hipo-anestesia local.
- Zonas isquémicas.
- rea cardíaca.
- Zonas tumorales.
- Marcapasos.
- Alergia al medicamento.

Consideraciones generales:

- Las soluciones para la electroforesis generalmente se preparan con agua destilada.
- La concentración para la electroforesis no deberá exceder del 3-5 %.
- Si la sustancia es poco soluble en agua, pueden prepararse soluciones alcohólicas.

booksmedicos.org

- Las soluciones se prepararan como máximo para una semana por lo que es necesario conocer la fecha de realizada.
- La penetración de la sustancia medicinal es lenta.
- Durante el tratamiento a través de la piel no deteriorada, penetra del 8-10 % de la cantidad de sustancia colocada en la almohadilla hidrofílica.
- La electroforesis de la sustancia medicinal esta acompañada de la expulsión desde el organismo de una cantidad equivalente de diversas sustancias en polaridad opuesta, este fenómeno se conoce como electro eliminación y es el responsable de la acumulación de estos iones en la almohadilla que puede provocar quemaduras en el paciente, si no se lavan debidamente las mismas.
- La colocación transversal del electrodo provoca una mayor penetración del medicamento que la longitudinal.

Dosis:

- La densidad terapéutica promedio de la corriente en la electroforesis es la misma que para la galvanización (de 0,08- 0,1 mA /cm^2).
- Duración de 20 - 40 min.
- La intensidad de corriente en el momento del tratamiento esta determinada por la sensibilidad individual del paciente por lo que si el paciente admite poca intensidad en miliamperes (mA), se debe alargar el tiempo del tratamiento en función de la intensidad optima de corriente asimilable.
- Los tratamientos de la electroforesis medicinal se podrán realizar diariamente o en días alternos, para un total de 10 - 20 sesiones de tratamiento.

Técnica de aplicación:

- La forma de aplicación no defiere de la galvanización, se usan los mismos equipos y electrodos, con la diferencia que en las almohadillas hidrofílicas se coloca el medicamento.
- La sustancia medicinal se coloca en toda la superficie de la almohadilla o se impregna en una servilleta de 2 - 4 capas de papel de filtro, cuya forma y dimensiones deben corresponder con la almohadilla, durante el tratamiento esta almohadilla de papel se coloca entre la piel y la almohadilla hidrofílica impregnada de agua tibia, después del tratamiento las servilletas se botan y lavan las almohadillas solo con agua y se esterilizan.
- Para disminuir la resistencia de la piel a la corriente eléctrica, antes de la electroforesis la piel donde se colocara el electrodo activo deberá lavarse con agua y jabón.

booksmedicos.org

- En la electroforesis de sustancias medicinales sobre heridas, esta deberá limpiarse así la piel alrededor; después de terminado el tratamiento se colocara sobre la herida una servilleta impregnada en una solución de sustancia medicinal hasta el próximo tratamiento.
- La electroforesis se puede combinar con otros medios físicos. El empleo simultáneo, combinado de electroforesis, diatermia o ultrasonido aumenta la permeabilidad de la piel a sustancias medicinales y por ende la cantidad de sustancias introducida además favorece una penetración mayor.
- Se puede utilizar (fango, parafina, calor, infrarrojo diatermia etc.) que tienen acción térmica se deben aplicar antes de la electroforesis ya que favorecen la penetración del medicamento y alcanzar mayor profundidad.
- El paciente debe estar en posición relajada.
- Se debe conocer la carga iónica.
- Llevar a cero el potenciómetro antes de realizar cualquier cambio de polaridad.

Aplicaciones terapéuticas:

Procesos polares: Iontoforesis
Procesos interpolares: Galvanismo médico.

Parámetros a tener en cuenta en la duración del tratamiento:

- Tamaño de las placas en cm.
- Cantidad de medicamento en mg.
- Intensidad empleada en el tratamiento.
- Tolerancia del enfermo al paso de la corriente.
- Tamaño del electrodo activo.
- Iniciar siempre con intensidades bajas que se subirán progresivamente en dependencia de la tolerancia y del estado de la piel.
- No sobrepasar 0,5 mA/cm^2.

Factores que influyen en la penetración del fármaco:

- La concentración iónica de la solución.
- Densidad de la corriente empleada.
- Tiempo de flujo de la corriente.
- Conductividad de la solución iónica.
- El pH de la solución.
- Cantidad de medicamento usado en la aplicación.

booksmedicos.org

Consideraciones sobre la técnica:

- Cuidado de la piel y preparación previa.
- Aparato - tipo de corriente - intensidades.
- Medicamento.
- Electrodos.
- Duración del tratamiento.
- Frecuencia de las sesiones.
- Precaución (contra amperaje frecuencia y sensación subjetiva del paciente).
- Otros aspectos - iontoforesis doble.

Tipos de electrodos:

Electrodos	Medidas en cm	rea cm^2	Dosis máxima
Medianos	6 x 8	48	2,4 - 3,1
Pequeños	3 x 5	15	0,75 - 1,0

Existen otros tipos de corrientes que se pueden usar para electroforesis.

- Corrientes sinusoidales moduladas.
- Corrientes diadinámicas (difásicas).

Corriente Trabert

Corriente descubierta por Trabert, que se basa en una corriente galvánica, interrumpiéndola cada 5 ì s con un estímulo rectangular de 2 ì s y una frecuencia resultante de 142 Hz adecuada para estimular fibras de contracción rápida (Fig. 6.21).

Fig. 6. 21. Corriente Trabert.

booksmedicos.org

Efectos:

- Reducción del dolor.
- Estimulación de la circulación sanguínea.
- Contracciones musculares fugaces.

El componente galvánico de esta corriente es del 28,5 %, bastante importante como para generar cambios electroquímicos bajo los electrodos, que pueden aprovecharse para realizar iontoforesis y considerarla como posibles generadoras de quemaduras.

El polo (-) favorece el trofismo y alcaliniza el medio, muy adecuado para los procesos con bajo nivel inflamatorio y acúmulo de catabolitos.

El polo (+) reduce la actividad metabólica, coagula y reduce la hiperexcitabilidad de las terminaciones nerviosas generadoras de dolor.

En cuanto al estímulo sensitivo, la frecuencia de 142,8 Hz, es una frecuencia con alta capacidad para estimular las fibras nerviosas esteroceptivas rápidas provocando el efecto puerta al nivel de la formación reticular medular y el reflejo cutivisceral para el aumento de riego y vasodilatación.
Se deben evitar las respuestas motoras.

Metodología de tratamiento:

- Electrodos: 6 x 8 cm o 8 x 12 cm.
- Intensidad: subumbral progresiva hasta tolerancia y luego considerar acomodación.
- Polaridad: según Trabert, (+) craneal en columna vertebral. Puede invertirse polaridad en zonas dolorosas extensas, en otras o nivel paravertebral.
- Duración: 15 -20 min.
- Contracciones musculares aparecen con 30 mA.
- Se toleran intensidades de 80 mA.
- Si la zona es extensa se utiliza inversión de polaridad, a la mitad del tratamiento bajamos la intensidad a cero cambiamos los polos y subimos lentamente la intensidad.

Colocación: inicialmente en la columna vertebral sugirió 5 localizaciones: Cervicooccipital, cervicodorsal, dorsolumbar, lumbar-lumbosacra y paravertebral (Fig. 6.22).

booksmedicos.org

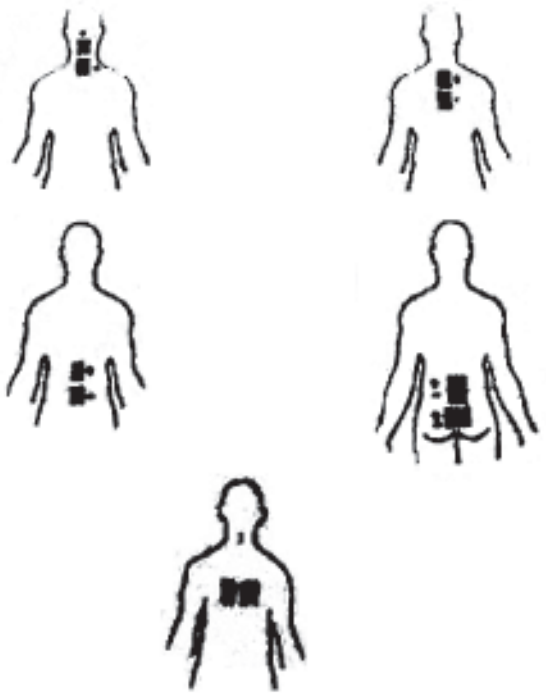


Fig. 6.22. Colocación de los electrodos al aplicar corriente Trabert.

Se debe tener en cuenta que el electrodo (+) se ubica cefálico y el electrodo (-) se ubica caudal, el negativo en la zona del dolor.

Si ocurre irradiación ciática el (+) en cara posterior del muslo.

Se utilizan también aplicaciones transversales y sobre los puntos gatillos.

Aplicar especialmente la inversión de la polaridad en las aplicaciones paravertebrales.

Indicaciones: En procesos dolorosos en fase aguda y subaguda.

Contraindicaciones y precauciones: Se cumplen las mismas que para la corriente galvánica.

booksmedicos.org

Corrientes diadinámicas

Corrientes sinusoidales de baja frecuencia, rectificada, interrumpida, modulada y combinadas con base galvánica llamadas de Bernard.

Clasificación:

Corriente monofásica fija (MF). Impulsos sinusoidales de 10 ì s, con pausas de 10 ì s y con una frecuencia de 50 Hz y se anula la semionda negativa (Fig. 6.23).

Fig. 6.23. Corriente monofásica fija.

Efecto dinamogénico.
Sensación de vibración.

Efectos e indicaciones: Produce contracción muscular y en general se usa como componente de las modalidades CP y LP, si se aplica sobre el tejido conjuntivo produce un micromasaje local.

Corriente difásica fija (DF). Impulsos sinusoidales de 10 ì s, sin pausa, con una frecuencia resultante de 100 Hz (Fig. 6.24).

Fig. 6.24. Corriente difásica fija.

Efecto analgésico:

- Tiempo de tratamiento debe ser corto para evitar el efecto de habituarse.
- Intensidad normal sensación de hormigueo.
- Intensidades altas producen contracciones.

booksmedicos.org

- Se utiliza en aplicaciones como preparación a otras modalidades de Corrientes diadinámicas, con el fin de elevar el umbral de sensibilidad en caso de algias intensas y disminuir la resistencia de la piel facilitando la penetración de la corriente.
- Se puede aplicar en ganglios simpáticos para producir un bloqueo parcial y obtener vasodilatación segmentaria.
- En cualquier esquema de corriente diadinámica debe anteceder al tratamiento.

Aplicación:

- En el punto doloroso a su proximidad y con electrodos pequeños.
- A ambos lados de la zona dolorosa en cuyo caso la polaridad no tiene importancia e incluso puede ser invertida a media sesión para mejorar la tolerancia cutánea.
- El polo negativo sobre el punto doloroso y positivo más proximal, hacer posible en el trayecto del nervio o raíz. La situación del polo negativo sobre la zona dolorosa puede producir un aumento del dolor en los primeros segundos lo que confirma la patología subyacente, pero si el dolor persiste más de 1 min suspender.
- La dosis se ajusta hasta que el paciente note un cosquilleo local fuerte pero tolerable, si se produce contracciones o tensión de músculo vecino reducir la dosis.
- Durante el tratamiento y con la misma dosis la sensación de cosquilleo va disminuyendo hasta hacerse imperceptible. Este es el momento de dar por terminada la aplicación y pasar a otro punto o modalidad. En general el tiempo de aplicación es de 3 - 5 min.

Ritmo sincopado (RS). Es una MF de 1 s de duración seguida de una pausa de 1 s (Fig. 6.25).

Fig. 6.25. Ritmo sincopado.

El efecto dinamogénico es máximo produciendo fuertes contracciones musculares.

booksmedicos.org

Indicaciones:

Atrofias por inmovilización.
Potenciación muscular.

Corriente modulada de cortos períodos (CP). Alterna períodos de corriente MF (1 s) con 50 Hz con períodos de (1 s) de corriente DF (100 Hz). Mezcla la MF y DF.
Duración de 2 s cada frecuencia actúa 1 s (Fig. 6.26).

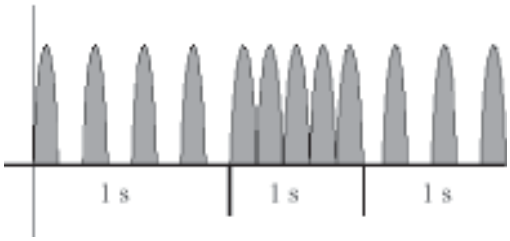


Fig. 6.26. Corriente modulada de cortos períodos.

Efecto dinamogénico menor que el RS.

Indicaciones: atonías musculares, trastornos del trofismo, celulitis.

Tras unos minutos de tratamiento aparece la analgesia.
Contraindicaciones: Algias abdominales por cronaxia elevada.
Sensaciones: alternancia rápida entre las fases DF y MF, produciéndose contracciones en la MF.

Efectos:

- Semejantes a los de LP, más energía y menos tolerados en casos agudos muy dolorosos. Frecuentemente la modalidad CP sustituye o sigue a LP al disminuir la inflamación o dolor inicial.
- Si la aplicación de CP intensifica el dolor, es mejor evaluar el comienzo con LP o solo con DF.

Aplicación:

- Transversal o transarticular.
- El electrodo (-) en zona de dolor y el (+) alejado próximamente (se mantiene todo el tiempo la polaridad).

booksmedicos.org

- En la dosis adecuada, el paciente debe sentir cosquilleo y contracción muscular. No dolor o espasmo muscular.

Corriente modulada de largos períodos (LP). La frecuencia pasa de 100-50 Hz duración es de 12-16 s (Fig. 6.27).

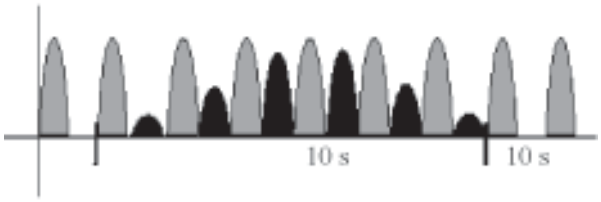


Fig. 6.27. Corriente modulada de largos períodos.

Predomina el efecto analgésico sobre el dinamogénico.
Cada frecuencia actúa durante el semi período de 6-8 s.
Efecto analgésico y espasmolítico es más potente y duradero que con la DF.
Sensaciones: cambio lento entre la MF y la DF y durante la MF se producen contracciones.

Efectos e indicaciones:

- Analgesia más duradera que con DF simple.
- Los cambios periódicos de modalidad e intensidad, retrasan la aparición del fenómeno de acomodación y se pueden lograr efectos más prolongados.
- Reabsorción de edemas y equimosis por actividad de la circulación de retorno, gracias al efecto de bomba muscular dado por las fases de contracción del músculo.
- Aumenta el tono de la fibra lisa en atonías viscerales.
- Antiinflamatorio inespecífico por movilización iónica, en traumatismo resientes y/o tendinitis.
- Su indicación más general son las algias y procesos traumáticos agudos y subagudos.
- En casos agudos y subagudos se suele aplicar DF para disminuir el umbral del dolor.
- Si la aplicación de LP es molesta o provoca dolor de más de 1 min de duración se debe sustituir por DF los primeros días.

booksmedicos.org

Sensaciones percibidas al aumentar la intensidad:

- Umbral de sensibilidad.
- Umbral de excitación.
- Umbral de dolor.

Forma de onda:

- Dolor Neurógeno	DF y LP.
- Sudeck	DF.
- Tratamiento ganglionar	DF.
- Traumatismos	DF y CP o Cpi, LP procesos menos agudos.

Tratamiento del dolor:

Dolor severo - DF a intensidad que tolere.
Dolor moderado -DF-LP vigilando y subiendo lentamente la intensidad.
Dolor leve -DF para continuar con LP o CP.

Técnica de tratamiento:

- Tamaño del electrodo depende del tamaño de la zona a tratar.
- Tratamiento sobre: zonas reflejas y puntos gatillo.
- Trayectos nerviosos.
- Aplicaciones paravertebrales.
- Aplicaciones sobre masas musculares y nervios son longitudinales.
- Duración es corta y variable.
- DF no debe sobrepasar los 2 min y el resto los 6 min. Aún con la inversión de la polaridad no sobrepasar los 12-15 min.
- Ciclos de 15 sesiones a razón de 5 por semana en sesión única diaria.

Sensaciones de las distintas formas de ondas:

DF: Prurito débil o sensación de hormigueo y con intensidad de altas contracciones.
MF: Sensación de vibración al aumento de la intensidad de contracciones.
LP: Se percibe con claridad el cambio lento de sensaciones descritas en DF y MF durante la fase MF contracciones.
CP: Se percibe una alteración rápida entre DF y MF. En la fase MF pueden producirse contracciones.
Cpi: Lo mismo que con CP sin embargo la intensidad de la corriente se siente con más claridad durante la fase DF.

booksmedicos.org

Efectos fisiológicos de las diferentes formas de onda:

DF: Efectos analgésico y espasmódico de corta duración. Afecta al sistema nervioso autónomo.
MF: Contracciones musculares y efectos estimulantes sobre el músculo de esta forma estimula la circulación.
LP: Fuerte analgesia y espasmolítica más duradera con DF y el estimulo es más vigoroso que con DF.
CP: Estimula la circulación, aumentando considerablemente el flujo sanguíneo, lo que favorece la disminución del dolor resulta muy agresiva al tejido patológico.
Cpi: Tiene acción similar a CP pero aumenta la intensidad un 10 % y en la fase de 100 Hz más vigorosa.

Efectos terapéuticos:

- Aumenta el riesgo sanguíneo.
- Mejora retorno venoso y linfático.
- Prevención y eliminación de adherencias.
- Analgésicas.
- Reabsorción de edemas traumático.
- Reeducación de la acción muscular

Elección de forma de onda:

- Determinar el objetivo a tratar.
- Iniciar siempre el tratamiento con DF.
- Las diferentes formas de ondas favorecen un aumento de la intensidad del estímulo.

Elección de forma de onda con relación al dolor:

Condición	**Forma de onda**	**No. de sesiones**
Dolor severo	DF - LP	1 - 3
Dolor menor severo	DF - MF - LP	3 - 7
Dolor apenas perceptible	DF - LP y CP	7 - 10
Condición estabilizada	DF - Cpi - CP	10 - 12

Técnicas de aplicación:

- Tratamientos de puntos dolorosos:
  - Localización del punto doloroso.

booksmedicos.org

- Electrodo negativo (-) sobre el punto doloroso y el positivo (+) cercano en un tejido menos sensible.
- No invertir polaridad.

- Tratamiento de neuritis:
  - Se realiza en áreas donde los nervios son superficiales.
  - Electrodo positivo sobre la raíz nerviosa y negativo distal.

Tratamiento transversal:

- Se utiliza en articulaciones.
- Se debe invertir la polaridad.
- En región cervical se conoce como paravertebral.

Tratamiento muscular:

- Se colocan ambos electrodos en el mismo músculo.
- El negativo en el punto doloroso.
- En grandes grupos musculares diagonalmente.

Polaridad de las corrientes dinámicas:

- El estímulo más fuerte procede del electrodo negativo (-), el electrodo positivo (+) es en general menos efectivo.
- Debe mantenerse un buen acople a la piel.
- En ocasiones el paciente percibe mejor el positivo, esto esta dado por la composición bioquímica de medio circundante, otro aspecto que puede influir es la diferencia del nivel de umbral de los nervios sensoriales debajo de los electrodos positivo y negativo.
- Debe mantenerse un buen acople a la piel.

Inversión de la polaridad:

- Cuando el paciente sufre un dolor difuso Ejemplo: osteoartritis de rodilla debe tratarse ambos lados de la articulación.
- En grandes articulaciones.
- Deben utilizarse siempre las mismas ondas.
- Asegurase que al invertir la polaridad la intensidad llegue a 0.

Indicaciones:

- Neuralgias.
- Contusiones.

booksmedicos.org

- Esquinces.
- Artralgias.
- Mialgias.
- Herpes Zoster.
- Síndrome del Túnel Carpiano.
- Ciatalgia.
- Síndromes compartimentales.
- Distrofia simpática refleja de Sudeck.
- Tratamiento del edema (traumático).

Contraindicaciones:

- Fiebre.
- Caquexia.
- Neoplasias.
- Tuberculosis.
- Embarazo.
- Marcapasos.
- Implantes metálicos.

Tens

Forma especializada de estimulación eléctrica, diseñada para reducir o tratar el dolor de una amplia gama de aplicaciones clínicas.

Estimulación eléctrica transcutánea de los nervios. Constituye una parte importante de la electroterapia actual y permite aliviar dolores posoperatorios y de diversos orígenes, disminuyendo en muchos casos el uso de analgésico o fármacos potentes.

Equipos:

- Pequeño tamaño.
- Accionados por baterías (+ seguridad).
- Tratamiento doméstico.
- 1 - 2 o más canales.

Tipos de ondas:

Los pulsos eléctricos pueden ser de forma cuadrada, rectangular o espiculada, bipolares simétricos o asimétricos, con las fases balanceadas, de forma que

booksmedicos.org

no exista un componente galvánico y evitar los efectos polares (cambios electroquímicos).

Parámetros básicos de la corriente Tens:

- Intensidad.
- Duración del estímulo.

Selección de frecuencias:

Frecuencias altas (100-120 Hz).
- Procesos agudos.
- Mejoría rápida y pasajera.

Frecuencias bajas (1-20Hz).
- Procesos crónicos.
- Mejoría lenta y prolongada.

Producción de endorfinas: estimulación eléctrica reacción seudodolorosa (mayor eficacia 1 - 4 Hz).

Programas de estimulación:

1. Forma convencional o high rate.

Estimulación continua bifásica, con frecuencia y duración fijada con anterioridad, rectangular asimétrica, polar, con pequeño componente espicular negativo (Fig. 6.28).

Fig. 6.28. Forma convencional o high rate.

Objetivos:

- Estimulación de mecano receptores cutáneos, zona álgica (fibras gruesas).
- Frecuencia: 50 - 150 Hz.
- Duración del impulso: 0,04 -0,02 ì s .

booksmedicos.org

- Intensidad: agradable, que no produzca contracción muscular.
- Electrodos: cátodo proximal o ánodo - cátodo por arriba del nivel lesional o cátodo único por encima del nivel de lesión.

Modo de aplicación:

De acuerdo con la teoría del dolor, (puerta de Melzack y Wall), se estimulan selectivamente las fibras aferentes de mayor diámetro A - beta y bloqueando a nivel medular la sensación dolorosa conducida por las fibras C amielínicas, se produce una analgesia casi inmediata pero poco duradera. La aplicación de la modalidad convencional actúa, por contrairritación liberando endorfinas.

Aplicación:

- Un electrodo negativo (-) sobre la zona dolorosa (dermatoma, nervio o raíz correspondiente al otro positivo (+) más proximal).
- Si los pulsos no son compensados y tienen un componente galvánico, se recomienda colocar el positivo distal y el negativo proximal para producir una estimulación ortodrómica de las fibras aferentes situando la zona dolorosa entre los electrodos.
- Cuando el equipo tiene dos canales de salida se puede tratar en cruz el punto doloroso, dos puntos nerviosos o simultáneamente el miembro afecto y el contra lateral.

Intensidad:

El paciente debe notar sensación de cosquilleo agradable y sin contracciones musculares. Es frecuente tener que ajustar la dosis durante el tratamiento ya que disminuye la sensación.

Sesiones:

Diarias o 2 veces al día, cada 8 - 12 h hasta completar un total de 8 -10 sesiones.

Indicaciones:

- Lumbalgias.
- Neuropatia traumática o inflamatoria.
- Cervicalgias.
- Epicondilitis.

booksmedicos.org

- Dolor posquirúrgico.
- Epitrocleítis.
- Edema posesquince.
- Bursitis.
- Cervicobraquialgias.

2. Tens de frecuencia baja (tipo electroacupuntura): Tiene 2 modalidades.

- Estimulación acupuntural o Low Rate.
- Burts(salvas o ráfagas)

a) *Estimulación acupuntural o Low Rate:*
Impulsos de 0,15- 0,25 ì s (150 - 300 ì s)
Frecuencia de 1 - 4 Hz (el prototipo 3 Hz)
Intensidad alta: Contracción muscular.

Modo de acción: Estimulación intensa de fibras A - delta y C con liberación de endorfinas a nivel medular y supraespinal. Produce una analgesia al cabo de 15 o 20 min que dura varias horas.

Aplicación: Se aplica a intensidades elevadas, a límite de tolerancia preferentemente sobre puntos motores de los músculos del miotoma correspondiente al territorio doloroso, provocando fuerte sensación y contracciones musculares visibles. A veces se aplica en puntos gatillos o de acupuntura.

- Electrodo negativo en punto motor o gatillo.
  Positivo proximalmente.

Indicaciones:

Dolores en fase aguda: tendinitis, radiculitis, fibromialgias.

b) *Tens de frecuencia baja, en salva (Burst):*

Salva o trenes de impulso muy breve menor de 100 ì s (0,1 ì s), con una frecuencia de 70 a 100 Hz. Cada tren tiene unos 7-10 impulsos (pulsos), y se aplican de 1 - 3 trenes por segundos.

Tiene las mismas indicaciones y técnica de aplicación que el Tens de frecuencia baja con pulsos simples, pero se tolera mucho mejor y las contracciones musculares son más agradables.

Algunos autores consideran que sus efectos son dobles y equivalen a una aplicación simultánea de Tens de frecuencia elevada y baja.

booksmedicos.org

3. Tens de aplicación breve e intensa: pulsos relativamente largos de 150 - 500 ì s (0,15 a 0,5 ì s). Frecuencia de 50 a 150 Hz en general más de 100 Hz continuamente o en forma de salvas.

Modo de acción:

- Produce analgesia por contrairritación ya que estimulan la producción de endorfinas.
- Puede producir un bloqueo antidrómico directo de las fibras aferentes nociceptivas.
- Analgesia potente pero poco duradera.

Aplicación:

Secciones cortas, localizadas en puntos dolorosos, notando fuerte cosquilleo, casi doloroso y a veces contracciones musculares rítmicas.

Indicaciones:

- En dolor agudo (puntos dolorosos tendinosos y ligamentosos).
- Como analgesia previa a movilizaciones (ejercicios).

Programas de estimulación:

- Modulación de intensidad y tiempo: se modulan de forma inversa la intensidad y el tiempo (Ver Tabla 1).
- Modulación de la duración: la duración de los estímulos disminuye progresivamente a partir del valor preseleccionado y luego aumenta progresivamente.
- Modulación de frecuencia: la frecuencia de los estímulos disminuye a partir del valor seleccionado y luego vuelve a su valor original. la frecuencia, duración e intensidad se ajustan previamente.
- Modulación combinada: se combina la modulación de la frecuencia y la duración, cuando un parámetro disminuye el otro aumenta.

booksmedicos.org

Tabla 1. Características de la corriente Tens según los programas de estimulación.

Características	Convencional 100 Hz	Frecuencias baja 3 Hz	Frecuencia baja salva 3 Hz	Breve e intenso
Duración de pulso ì s	40 - 200 (150)	150 - 300 (200)	< 100	150-150 (300)
Frecuencia	50 - 100 (80)	1 - 4 (3)	Base 70 - 100 Salvas 1-3	50 - 100 (100)
Intensidad sensación	Bajo cosquilleo	Elevada contracciones	Elevadas contracciones mejor tolerada que 3 Hz	Elevada desagradable
Mecanismo de acción	Modulación medular, teoría de la puerta	Liberación de endorfinas	Modulación medular, liberación de endorfinas	Contrairritación bloqueo de fibras liberación de endorfinas
Analgesia	Rápida poco duradera	Lenta y duradera	Rápida y duradera	Rápida y variable
Aplicación	Zona de dolor. Nervio y dermatoma	Miotoma zona de dolor, puntos de acupuntura, nervio	Zona de dolor nervio, dermatoma, miotoma	Zona de dolor, nervio y dermatoma
Duración de sesión (minutos)	20 - 25	20 - 30	20 - 30	5
Indicaciones principales	Neuropatía Radiculopatia. Dolor post. quirúrgico.	Tendinitis y Fibromialgia	Tendinitis aguda y Fibromialgia	Dolor agudo preparación para ejercicios

Indicaciones terapéuticas:

- Algias vertebrales: puntos dolorosos.
- Hombro doloroso: puntos dolorosos.
- Neuralgia herpética: tronco nervioso.
- trigémino: puntos gatillos.
- Dolor tumoral: tratamientos largos.
- Distrofia simpático refleja: tronco nervioso y proximal a la lesión.
- Cicatrices dolorosas: si electrodos largos paralelo a la cicatriz, redondos en forma de cruz.
- Miembro fantasma y muñón doloroso: cátodo en la zona de mayor dolor.
- Microtraumatismos repetidos: cátodo sobre la zona de dolor.
- Analgesia durante el parto.
- Dolor posquirúrgico.

booksmedicos.org

- Enfermedad de Raynaud.
- Náuseas matutinas: los electrodos se colocan en el miembro superior derecho con 100-120 Hz., 150-200 ì s. e intensidad baja.
- Dismenorrea primaria: electrodos en abdomen, 100 Hz., 100 ì s e intensidad media y asociar un antiinflamatorio no esteroideo.
- Estimulación muscular: seudoartrosis y retardo de la consolidación:

Presencia de Yeso: electrodos proximal y distal al yeso. No tiene importancia la polaridad pueden usarse 4 electrodos.

Ausencia de yeso:
Técnica lineal: igual que cuando hay yeso no más de 12-15 cm de distancia.
Aplicación cruzada: 2 canales de estimulación, similar a la interferencial.
Aplicación en bocadillo: electrodos anterior y posterior al foco de fractura.

Contraindicaciones y peligros:

- Marcapasos.
- No estimular el seno carotídeo.
- No estimular la región anterior del cuello.
- No estimular las mucosas.
- Hipersensibilidad cutánea.
- No estimular el área cardiaca.

Microcorrientes

El efecto de la electroterapia con microcorrientes se ha considerado, hasta ahora, como puramente enérgico. La energía (dosis) electromagnética aplicada debe ser responsable del proceso de curación, de las investigaciones en biología celular se deduce que no se proporciona una relación dosis-efecto clara, sino que la proporción y dirección de la respuesta celular se establece más bien mediante la frecuencia o muestra de amplitud temporal(modulación). Con esto, se produce la interacción de las células con un campo electromagnético de baja frecuencia de tipo entrópico, es decir, se basa en la transmisión de información biológica aprovechable que se almacena en la señal de tratamiento. Las microcorrientes son forma de corriente eléctrica que permite brindar tratamiento en el rango de los microamperios (±A), con ella se consigue intervenir, con ayuda de la dosificación de señales débiles específicas, en el modelo de función de las células para eliminar las molestias que se deben a la enfermedad.

booksmedicos.org

Con las microcorrientes se logra la introducción de corriente eléctrica a través de la piel, la cual es similar a la corriente generada por el organismo, tienen una intensidad muy baja y una carga insuficiente para excitar las fibras nerviosas periféricas, por lo que su aplicación es a nivel subsensorial, el paciente generalmente no percibe el paso de la corriente, proporciona un aporte fisiológico a nivel celular conocido como terapia bioeléctrica o bioestimulación por su capacidad para estimular la fisiología celular.

Efectos que se pueden encontrar con el uso de las microcorrientes:

- Disminución del dolor.
- Aumenta la síntesis de proteínas.
- Incrementa el índice reparativo del tejido y las heridas.
- Incrementa el ATP mitocondrial.
- Estimula la regeneración del tejido fino dañado.
- Estimula el Sistema Nervioso Autónomo por lo que se puede emplear en el tratamiento del insomnio.
- Estimula el flujo linfático.
- Inhibe puntos gatillo.

Indicaciones:

- Estética (aumentando la circulación y la producción de colágeno).
- Puntos gatillo de dolor.
- Tratamiento del nervio irritado.
- Disminución de los espasmos musculares.
- Tratamiento de la atrofia muscular (estimula los procesos metabólicos del músculo ya que la corriente no produce contracciones).

Contraindicaciones:

- Embarazo (primer trimestre).
- Marcapasos.
- Alteraciones del ritmo cardíaco.
- Aplicación directa sobre los ojos.
- Neoplasias.
- Hemofilia.

Ejemplo de una técnica de aplicación para columna cervical:

Aparato PHYSIOMED-Expert de la empresa PHYSIOMED.
Programa de frecuencia MENS (impulso rectangular bifásico).

booksmedicos.org

Frecuencia dominante de 10 Hz.
Densidad de corriente de solo 25/l AI cm.
Tiempo de tratamiento 24 min y se llevó a cabo una vez al día.
Aplicación de dicho tratamiento con electrodos adhesivos (5 x 9 cm), que se adhirieron a las distintas regiones afectadas de la columna vertebral dejando una separación media de 10 cm en la zona de la columna cervical.

Sistema Internacional de Unidades:
Microamperio -±A- millonésima parte de la unidad
Miliamperio -mA- milésima parte de la unidad.

Corrientes bifásicas de alto voltaje (hig voltage pulsed)

Las corrientes galvánicas de alto voltaje son un factor clave por su gran variabilidad y aplicación fisiológica, están formadas por pulsos de muy corta duración y con caída exponencial, teniendo un elevado voltaje (500 V) de aplicación, y muy cómodos, que requieren mayor altura o voltaje para lograr el mismo efecto que los más anchos y los intervalos de reposo son de más larga duración. Estas corrientes no tienen efecto galvánico lo cual evita las quemaduras, haciendo que sean corrientes de fácil aplicación. Se usan combinaciones de ondas siendo las más frecuentes las bifásicas consecutivas y las bifásicas desfasadas, y se clasifican también dentro de las corrientes alternas o interrumpidas alternas.

La acumulación temporal de polaridad positiva o negativa en los tejidos estimuladores es un efecto clave para la regeneración de los tejidos en células no excitables que hayan fallado al regenerarse. Una aplicación clínica clave en donde este efecto es importante, es el tratamiento de heridas abiertas y ulceras de presión.

Aplicaciones clínicas (tratamiento de heridas):

Frecuencia de Pulso: 100 pps.
Polaridad: apropiada al requerimiento de la herida.
Amplitud de Pulso: piel sensible: nivel parestésico. Piel poco sensible: nivel con poca fasciculación debajo del electrodo.
Duración del tratamiento: 60 min 5 días a la semana.

booksmedicos.org

Aplicaciones clínicas (espasmo muscular):

Tiempo de ciclo: continuo.
Frecuencia: 100 a 125 pps.
Duración de tratamiento: 30-60 min.
Los electrodos: de igual tamaño sobre el músculo espástico.

Aplicaciones clínicas (dolor agudo):

Tiempo de ciclo: continuo.
Frecuencia: 50 a 120 pps.
Duración de tratamiento: 30 min.
Los electrodos: colocados sobre el área adolorida.

Aplicaciones clínicas (dolor crónico):

Tiempo de ciclo: continuo.
Frecuencia: 2 a 5 pps.
Duración de tratamiento: 1 - 10 min.
Los electrodos: colocar uno pequeño en la zona de dolor (electrodo de tratamiento) y el segundo donde sea conveniente.

Técnica de la estimulación motora de alto voltaje:

Para reclutar la motoneurona A y evitar el reclutamiento de las fibras sensitivas nociceptivas se debe trabajar con una intensidad máxima aumentando progresivamente la duración del impulso hasta lograr el efecto motor deseado.

Debido a las diferencias fisiológicas entre los individuos, las diferencias de los parámetros externos de cada sesión y las variaciones fisiológicas individuales (resistividad en particular) los programas automáticos o prefijados son inadecuados.

Lesiones por alto voltaje:

Gran parte del daño que se produce es debido a la energía térmica desprendida; la histología de los tejidos dañados muestra generalmente necrosis y coagulación producidas por el calor. Cuando la carga eléctrica es insuficiente para producir un daño térmico, Lee y cols, han propuesto la teoría de la electroporación, de manera que el paso de la corriente eléctrica produciría alteraciones en la configuración de las proteínas afectándose la integridad de la pared celular y su función.

booksmedicos.org

Corrientes de media frecuencia

Corriente interferencial. Corrientes alternas de media frecuencia; es la intersección de dos corrientes una de 4 000 Hz y otra de 4 100 Hz que ambas se entrecruzan y dan por resultado otra corriente con valores entre 0-100 Hz, modulada llamada corrientes interferenciales (Fig. 6.29).

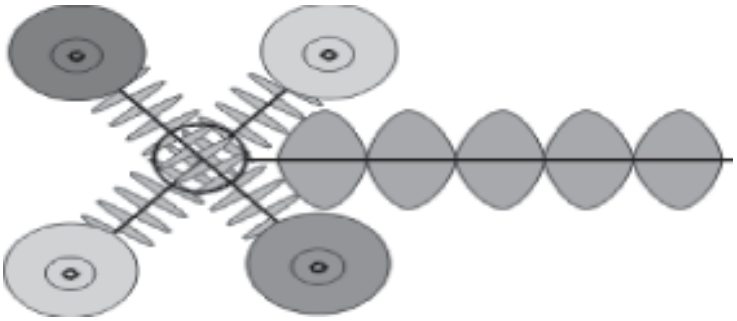


Fig. 6.29. Corriente interferencial.

Efectos fisiológicos:

- Disminución del dolor.
- Normalización del balance neurovegetativo.
- Regulación funcional sobre órganos internos.
- Acción antiinflamatoria en derrames y edema.
- Mejoría del metabolismo.
- Acomodación para evitarla:
  - Aumentar la intensidad.
  - Variar la frecuencia.

Interferencia normal:

La novedad física de la técnica de interferencia consiste en:

1. La aplicación simultánea de 2 corrientes de frecuencia media, de intensidad constante y que presentan una diferencia de frecuencia.
2. Su mezcla (interferencia) en el interior del cuerpo siendo el resultado de esta mezcla una corriente de frecuencia media.

booksmedicos.org

Ventajas de las corrientes de media frecuencia (MF):

- La impedancia de la piel disminuye con la frecuencia.
- Las corrientes de MF penetran con mayor facilidad y tienen un mayor efecto con la misma intensidad que las de baja frecuencia (BF).
- El umbral de sensación se eleva con la frecuencia y por ello dan menos sensación de cosquillas y se toleran a intensidad elevada.
- Por ser corriente alterna no tiene efectos polares y no producen irritación cutánea y no hay peligro de lesión química.
- Se puede modular endógena y/o exógenamente en frecuencia equivalente a las utilizadas en baja frecuencia y obtener efectos similares con todas las ventajas anteriores.
- Tienen acción analgésica y antiinflamatoria propias.

Efecto de las corrientes de media frecuencia:

Aunque es una corriente alterna sin polaridad fija la fase negativa resulta más eficaz que la positiva en la despolarización del axón y varias ondas alcanzan el umbral y las descargas de las fibras (efecto Gildemeister).

Debido a que su frecuencia supera la de la máxima capacidad de respuesta del nervio, se produce una despolarización asíncrona; es decir que solo hay respuesta cada cierto número de ondas.

La frecuencia de respuesta es distinta según las diversas fibras nerviosas pero en cada caso responden al máximo de su capacidad, lo que hace que se agoten rápidamente disminuyendo su excitabilidad dando lugar a su adaptación o inhibición Wedensky.

Por este motivo la corriente MF constante se aplica solo a tiempos cortos o bien se modula o interrumpe para mantener su eficacia.

Actúan preferentemente sobre fibras mielinizadas de mayor tamaño lo que explica su acción analgésica a nivel de la modulación medular del dolor.

Generalidades:

Modulación de la amplitud: Es el aumento o disminución del ritmo de la intensidad de la corriente; para permitir la repolarización la corriente de MF, debe ser interrumpida o disminuida después de cada despolarización.

booksmedicos.org

Corriente interferencial. Fenómeno que ocurre cuando se aplican dos o más oscilaciones simultáneas, al mismo punto o serie de puntos. La amplitud de modulación de frecuencia (AMF).
Ejemplo: f1 = 4000 Hz f2 = 4150 Hz
f1 - f2 = 4000 - 4150 = 150 Hz
AMF o frecuencia del tratamiento = 150 Hz

Interferencia: Superposición de una corriente alterna sobre otra.

Profundidad de modulación e intensidad: La modulación de la amplitud se caracteriza no solo por la frecuencia de modulación sino también por la profundidad que puede variar de 0-100 %.

Método de aplicación de las corrientes interferenciales:

Método de dos polos (bipolar): La corriente interfiere dentro del equipo y sale una corriente resultante donde la profundidad de la modulación tiene el mismo valor en toda dirección y es de un 100 % (máxima intensidad), siendo mayor en la línea que une a los electrodos.

Método tetrapolar (cuatro polos): Se utilizan 4 polos y el equipo suministra 2 corrientes alternas moduladas en circuitos separados. La corriente se interfiere en el tejido tratado.

La profundidad de modulación depende de la dirección de los circuitos variado de 0 - 100 % si la superposición es perpendicular la modulación es de 100 % en las diagonales. Es muy importante la ubicación de los electrodos.

Efectos de profundidad:

Para estimular tejidos profundos (músculos, tendones, periostios, bolsas) debe tener poca acción sobre la piel y efecto profundo.
Este efecto se obtiene con la corriente alterna de frecuencia media.

Propiedades fisiológicas de corriente interferencial:

- Disminución del dolor.
- Normalización del balance neurovegetativo con relajación y mejoría de la circulación.
- Estimula fibras nerviosas aferentes.
- Acomodación (el paciente se adapta a la corriente).

booksmedicos.org

Efectos específicos de la frecuencia de la corriente interferencial:

1 - 10 Hz frecuencia 15 s
Actúa sobre atrofia por inmovilización, o por degeneración parcial del sistema neuromuscular.

10 - 25 Hz frecuencia 15 s
Estimulación del sistema venoso periférico.
Actúa sobre el edema.
Actúa en la reeducación en caso de atrofia por inmovilización.

25 - 50 Hz frecuencia 15 s
Estimula la actividad músculo esquelética activando la contracción muscular (tetania).

50 - 100 Hz frecuencia 15 s
Analgesia con largo tiempo de duración.

80 - 100 Hz frecuencia 15 s
Analgesia corto tiempo de duración.

1-100 Hz frecuencia 15 s
Produce un paso rítmico de frecuencia tonificante, hipotonía y excitación - sedación, eritema activo superficial y profundo, estimula circulación linfática, activa el metabolismo, actúa sobre el edema y hematomas.

Casos agudos (dolor intenso): 75 - 150 Hz.
Casos subagudos o crónicos: 50 - 100 Hz.

Baja frecuencia: Procesos subagudos y crónicos.
Alta frecuencia: Procesos agudos asociados a dolor interno e hipersensibilidad.

Condiciones para estimular las fibras de grueso calibre:

- Intensidad baja.
- Frecuencia alta (>3mz).

booksmedicos.org

Efectos comparativos de las corrientes:

Baja frecuencia	**Media frecuencia**
Efecto galvánico	No-efecto galvánico
Procesos superficiales	Procesos profundos
Polares	Apolares

Métodos de tratamiento:

Entre los métodos que se emplean al aplicar la corriente interferencial encontramos, el bipolar, el tetrapolar y tetrapolar con rastreo de vector automático.

Bipolar:

- Utiliza 2 polos.
- La corriente interfiere en el aparato.
- Profundidad de modulación del 100 %.
- La amplitud es de 0-100 %, es mayor en la línea que une dos electrodos y 0 en la perpendicular de dicha línea (Fig.6.30).

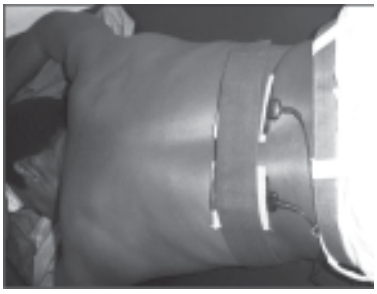


Fig. 6.30. Aplicación bipolar.

Tetrapolar:

- 4 polos.
- La corriente interfiere en el tejido.
- La profundidad de la modulación depende de la dirección de la corriente y varía de 0-100 % si la superposición es perpendicular es del 100 % en las diagonales de 45 (Fig.6.31).

booksmedicos.org

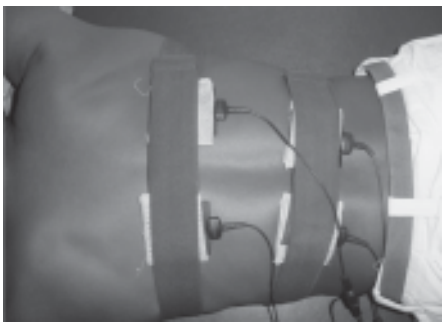


Fig. 6.31. Aplicación Tetrapolar.

Tetrapolar con rastreo de vector automático:

- Se creó para aumentar el área de estimulación efectiva.
- Incorpora el denominado vector interferencial o de rastreo de vector automático, para aumentar la región de estimulación efectiva.
- Consiste en variar la intensidad de uno de los circuitos entre el 50 y el 100 % del valor máximo ajustado y por lo tanto, el área donde la profundidad es del 100 % - diagonal de 45 -, rota hacia atrás y hacia delante en la región de intersección; de este modo aumenta el área de estimulación efectiva.

Tipos de electrodos:

Electrodos planos: Son los más utilizados en electroterapia, de forma rectangular, se fijan a la piel por medio de un gel conductor o un adhesivo (Fig. 6.32).

Fig. 6.32. Electrodo plano.

booksmedicos.org

Electrodos de ventosa (copa). Tetrapolar. Se fijan fácilmente. Inconveniente: piel sensible a roturas capilares (Fig. 6.33).

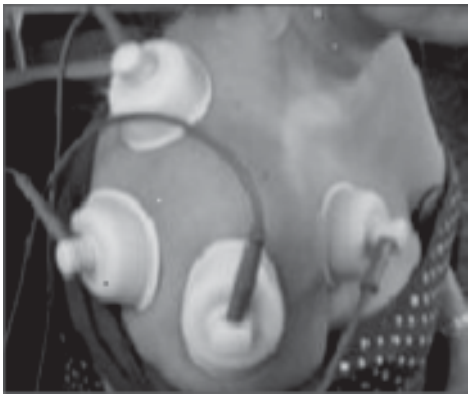


Fig. 6.33. Electrodos de ventosa.

Electrodos de lápiz. Zonas de trigger points, el otro electrodo se coloca opuesto para obtener mayor efecto en profundidad (Fig. 6.34).

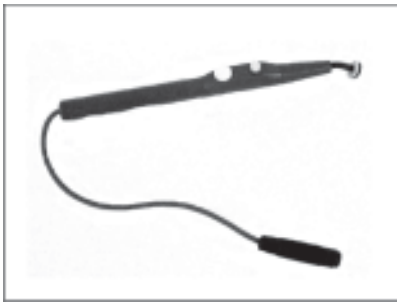


Fig. 6.34. Electrodos de lápiz.

Electrodo de manopla o de guante: Se utiliza para dar electromasaje.

Electrodo de almohadilla de cuatro polos.

Elección AMF:
Baja - Procesos subagudos y crónicos.
Alta - Procesos agudos con dolor intenso e hipersensibilidad.

booksmedicos.org

Elección del espectro de frecuencias:

Espectro amplio con AMF alta procesos agudos.
Espectro estrecho con AMF alta facilita la acomodación.
Espectro amplio con AMF baja procesos subagudos.
Espectro estrecho con AMF baja para evitar la acomodación.

Dosis:

La elección de la intensidad de la corriente depende de:
- Tipo.
- Naturaleza.
- Gravedad.
- Estadio en que se encuentre.
- Efecto que se persiga.

Primera decisión:
- Sensación percibida por el paciente: mínima, normal, fuerte.

Duración del tratamiento:

- Variable-depende del proceso y su evolución.
- 1-2 sesiones diarias.
- 10-15 min de duración.
- 5 días a la semana.
- 3-4 semanas.

Dosificación:

Dosis baja en procesos agudos, tiempos cortos de 10 min o menos.
Dosis normales o altas en procesos subagudos y crónicos, tiempos de 15 min.

Selección de la frecuencia portadora:

Frecuencias de 2 000-2 500 Hz: Fortalecimiento muscular.
Frecuencias de 4 000 Hz: Resto de las aplicaciones.

Bandas de barrido:

- 0-10 Hz (2-5 Hz) se produce excitación rítmica y vibratoria que induce deformaciones repetitivas en diferentes direcciones, estimulando elasticidad y liberación.

booksmedicos.org

- 0-100 Hz por el efecto muscular se producen tensiones o tracciones más prolongadas y se movilizan valvas venosas y linfáticas.

Potenciación muscular:

- Se busca mayor eficacia en la respuesta muscular y menor molestia para el paciente.
- Se necesita manejar intensas corrientes pero:
  - Que no dañen tejidos.
  - No produzcan quemaduras bajo los electrodos.
  - Que sean soportables.

Parámetros que influencian las respuestas motoras:

- Con frecuencias bajas (alrededor de 20 Hz) la contracción es vibratoria.
- Con más de 20 Hz, hay contracción mantenida y alcanza su máxima intensidad entre 80 y 130 Hz.
- Si mantenemos barridos sin pasar por frecuencias bajas, la musculatura no se relaja (debe evitarse).

Músculo liso:

- Trabajan en "olas" de contracción.
- Fáciles de tetanizar si no se respeta el período refractario.
- Las fibras no se distribuyen longitudinalmente sino de forma circular y transversa.
- Bandas de barrido:

0-10 Hz: fuertes contracciones mantenidas en vasos sanguíneos no así en linfáticos.

0-100 Hz: la de más efecto antiedema.
Frecuencias bajas acentúan la evacuación de sistemas vasculares cercanas a 100 Hz contraen músculos estriados, ponerse en movimiento los líquidos, en ellos contenidos. Estos líquidos son evacuados por aceleración sanguínea y linfática al volver a frecuencias bajas.

80 Hz : no afectan la musculatura lisa, es posible lo consigan a través de receptores superficiales (reflejo cutivisceral)

booksmedicos.org

Tejido conjuntivo:

Diseminado por todo el organismo, formado por:
- Tendones.
- Fascias.
- Ligamentos.
- Cápsulas articulares.
- Sinoviales.
- Cicatrices.
- Fibra de colágeno en general (en sus especificidades).
- Fijación de plexos.
- Apertura y cierre de vasos venosos y linfáticos.
- Aislando procesos patológicos (fibrosis).
- Fibrillas de adherencia en procesos traumáticos y degenerativos.
- Fibrillas de unión entre piel y planos más profundos.

Articulaciones:

- Evita adherencias y sedimentación de la fibrina del líquido sinovial.
- Mejora la nutrición del cartílago.
- Licuación del derrame y absorción.
- Liberación de edemas capsulares.
- Analgesia.
- Estimulación propioceptiva.
- Por estímulos aferentes de mecanoreceptores articulares tipo I y II, que poseen un componente inhibidor sobre el dolor conducido por las fibras tipo C.

Por la modulación de frecuencia, en dependencia de la banda de barrido, se actúa más selectivamente sobre las respuestas puramente sensitivas, motoras y neurovegetativas.

Sensitivas (adormecimiento).
Vegetativas (cambio de color y sudoración).
Motoras (aumento del tono muscular).

Tejido nervioso:

Si el barrido escogido no permite relajación, no se debe sobrepasar el umbral motor.
En la espalda, evitar ganglios nerviosos y suprarrenales.

booksmedicos.org

Bandas de barrido:

- 0-100 Hz: importante en dolores cronificados para desencadenar respuestas endorfínicas del cerebro.
- 80-100 Hz: dolores agudos e incapacitantes (no pasar umbral motor).
- Adormece terminaciones sensitivas superficiales y nociceptores profundos.
- Produce cambios metabólicos en la zona (efecto joule).
- 100 Hz superposición de efectos sensitivos. Elude motricidad.

Disoluciones orgánicas:

- No se producen efectos electroquímicos ni iónicos significativos.
- Se produce agitación molecular o electrolítica.
- Se genera calor disminuyendo la viscosidad del ambiente electrolítico.
- Vasodilatación como termorregulación.
- Efectos fisiológicos para la zona.

Efectos que produce la corriente interferencial en la piel:

- Se produce menor impedancia.
- No se produce irritación galvánica.
- No suelen ocurrir quemaduras.
- Precaución en osteosíntesis.

Indicaciones:

- Potenciación muscular.
- Relajación muscular.
- Elongación muscular.
- Bombeo circulatorio activo y pasivo.
- Analgesia en dolores químicos.
- Analgesia en dolores mecánicos.
- Desbridamientos tisulares (recientes).
- Liberaciones articulares (adherencias incipientes).
- Eliminación de derrames articulares (no agudos ni sépticos).
- Neuralgias.
- Distrofia simpático refleja.
- Movilización intervertebral.
- Aumento y mejora del trofismo local.

booksmedicos.org

Contraindicaciones:

- Procesos infecciosos.
- Procesos inflamatorios agudos.
- Rupturas tisulares recientes.
- Tromboflebitis.
- Procesos tumorales.
- ‡tero grávido.
- Marcapasos y DIU.
- Corazón.
- Cerebro.

Precauciones:

- Osteosíntesis o endoprótesis.
- Adecuada colocación de electrodos.
- Que la sesión cumpla el objetivo propuesto.
- Cuidado con glándulas endocrinas.
- Cuidado con cavidades que contengan líquido (vejiga).
- Cuidado con las cavidades aéreas (pulmón).
- Centros nerviosos paravertebrales.
- Influencia en intestinos, vísceras.

Corriente Rusa - Kotz

Corriente basada en las corrientes interferenciales, con una frecuencia portadora de 2500 Hz, modulada dentro del aparato. Que se utiliza para la estimulación motora de músculos enervados (Fig. 6.35).

Se realiza mediante aplicación bipolar de los electrodos, se programan las formas deseadas de trenes, el tiempo de impulso, las pausas independientes, se regula la frecuencia de trenes regulable entre 20 y 150 Hz. Habitualmente 50 Hz.

Los impulsos son más cortos dejando reposos que respetan el período refractario.

Esta corriente requiere de aplicaciones cuidadosas y prudentes, con electrodos amplios para conseguir la respuesta de grandes masas musculares, regular la intensidad lo máximo posible, pero evitando riesgos de calambres o roturas musculares, presencia del fisioterapeuta en todo momento, control voluntario o intencionado del tiempo de la sesión y de los trenes, atención del fisioterapeuta ante cualquier signo de queja o alarma por parte del paciente.

booksmedicos.org

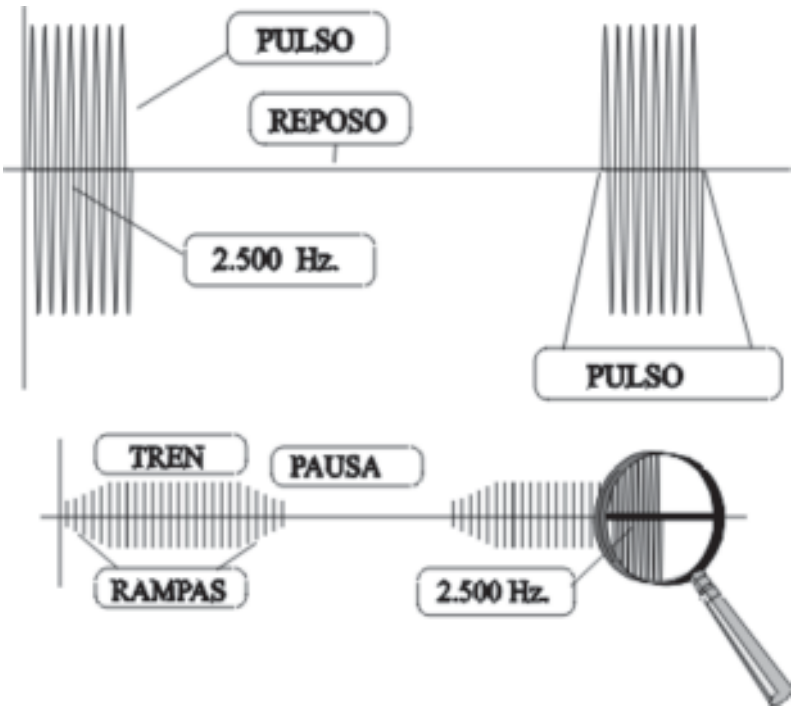


Fig. 6.35. Gráfico de corriente de Kots.

Técnica empleada en pacientes:

- Relacionados con el deporte con musculaturas por encima de la media para conseguir potencia máxima.
- Se busca reclutamiento de fibras rápidas.
- Se trabaja con intensidades muy altas.
- Electrodos abarcando amplias zonas musculares.
- Colocación longitudinal o contralateral.
- Impedir que partes del músculo queden fuera de la influencia eléctrica.
- Se aplica simultáneamente al trabajo activo contra resistencia máxima o submáxima.

Terapia combinada

Produce un triple efecto.

1. El característico del ultrasonido.
2. Masaje por deslizamiento del cabezal.
3. La interferencia sensitiva de la corriente.

booksmedicos.org

Rastreo del dolor:

- Constituye una interferencial con método bipolar, pero con un electrodo móvil.
- Se eliminan los parámetros ultrasonográficos, quedando el cabezal como electrodo negativo o cátodo.
- Se establece una AMF de 100 Hz con espectro en 0 Hz.
- Se mantiene el efecto de masaje por deslizamiento del cabezal.
- Se produce la interferencia sensitiva.
- Tiene valor desde el punto de vista diagnóstico, porque detecta puntos gatillos de dolor.
- El umbral de sensibilidad para la intensidad, se precisa dentro del punto gatillo.
- Tiene valor desde el punto de vista evolutivo y pronóstico, porque permite hacer un seguimiento de estos puntos gatillos.

El aparato o equipo:

- Cumplir normas de protección y seguridad establecidas.
- Caja protegida de derivaciones y aislada del paciente.
- Interruptor de encendido apagado.
- Piloto indicador de encendido apagado.
- Bornes de salida al paciente señalizados (+) roja, (-) negro u otro.
- Selector del tipo de corriente.
- Regulador de intensidad.
- Medidor de intensidad (buena calidad).
- Inversor de polaridad de corrientes interrumpidas.
- Mando de aplicación intencionada.

Estas corrientes se trasmiten directamente sobre la piel por medio de aplicadores (electrodos), por tanto hay que considerar factores específicos de la persona, entre los que están:

- Psicológicos (miedo o fobia a la electricidad, niños, ancianos o alteraciones existentes).
- Morfológicos (características topográficas y zonas apropiadas).
- Experiencia anterior (a la 1ra aplicación y las consecuentes).
- Piel (grasa, húmeda, seca, rugosa, degenerada, lesionada, sucia).
- Trastornos sensitivos.
- Trastornos circulatorios.
- Precauciones y contraindicaciones.
- Posición de aplicación.

booksmedicos.org

Reglas de aplicación:

- Nunca deben ser molestas.
- Máxima intensidad soportable en el límite de lo agradable.
- Luego de cierto tiempo en que exista "acomodación" aumentar intensidad hasta el límite señalado.
- En las primeras sesiones en pacientes inexpertos, es conveniente, en ocasiones comenzar por debajo de lo señalado.

Modos de aplicación:

- Puntos dolorosos.
- Tronco nervioso.
- Paravertebral.
- Vasotrópica.
- Gangliotrópica.
- Transregional.
- Aplicaciones especiales.

Acciones previas:

- Tener claros los objetivos de la prescripción.
- Definir la mejor técnica para cumplirlos y la zona a tratar.
- Disponer y preparar los electrodos adecuados.
- Programar el equipo de acuerdo a lo propuesto.
- Definir y fijar el tiempo de la sesión.
- Prever probables derivaciones eléctricas paciente - tierra u otros equipos eléctricos próximos.
- Explicar al paciente lo proyectado, advertir sensaciones, darle confianza.

Aspectos metodológicos del tratamiento:

- Colocar al paciente adecuadamente en posición cómoda y relajada.
- Descubrir la zona evitando pliegues y estrangulamientos con prendas replegadas.
- Colocar y fijar los electrodos humedecidos.
- Subir la intensidad o potencia adecuada lentamente.
- Observar, preguntar, palpar y comprobar el efecto buscado.
- Evitar molestias y prever riesgos de quemaduras en toda la sesión.
- Buscar mejor respuesta variando los parámetros de la corriente, si es necesario.

booksmedicos.org

- Bajar intensidad o potencia lentamente y desconectar el circuito al paciente al terminar.
- Indagar acerca del resultado de la sesión.

Aspectos metodológicos en la evolución:

- Comprobar resultados por interrogatorio diario, observación y exámen.
- Luego de 3-5 sesiones sin resultados considerar la situación y cambio de tratamiento (o precisión diagnóstica).
- Llevar registro evolutivo del paciente y parámetros de corriente.
- Culminar el tratamiento al alcanzar los objetivos sin prolongación innecesaria.

Precauciones - peligros de las corrientes de baja y media frecuencia:

- Zona del cuello (seno carotídeo - laringe).
- Embarazadas (abdomen).
- Cardiópatas (área cardíaca).
- Trastornos piel (tróficos y heridas).
- Anestesia cutánea.
- Zonas isquémicas.
- Zonas sensibles (SNC, neurovegetativas y glándulas).
- Metales entre electrodos.
- Tratamiento de mucosas.
- Epilépticos.
- Contacto paciente - otros equipos.

Contraindicaciones de corrientes de baja y media frecuencia:

- Aparatos controlados por telemetría (marcapasos, etc.).
- Hipersensibilidad cutánea (eritemas intensos, quemaduras).
- Tromboflebitis agudas.
- Hematomas o heridas recientes.
- Región craneal en epilépticos.
- Procesos oncológicos (sobre la zona).
- Endoprótesis - osteosíntesis.
- En corrientes polarizadas, peligro de quemadura química y de resorción ósea.

booksmedicos.org

CAPÍTULO 7: ELECTROTERAPIA DE ALTA FRECUENCIA

booksmedicos.org

CORRIENTES DE ALTA FRECUENCIA

Son corrientes alternas que tienen como su efecto fundamental el calentamiento de los tejidos, al ser su energía absorbida por el organismo y transformadas en calor. Ellas no son capaces de producir despolarización en los nervios motores, ni una respuesta contráctil en la musculatura esquelética, ya que su longitud de onda no es lo suficiente larga como para causar migración iónica a través de la membrana celular (nerviosa o muscular). Esta es la causa fundamental de que sean usadas como diatermia.

- Incluye la gama de corrientes alternas cuya frecuencia es superior a los 100 000 Hz
- Puede definirse como el uso terapéutico de oscilaciones con frecuencias superiores a 300 000 Hz.
- Las corrientes de oscilaciones mayores de 1000 Hz se denominan de alta frecuencia (se utilizan generalmente para producir calor y se encuentran en la gama de los megaciclos).

Clasificación de las corrientes de alta frecuencia:

- Darsonval.
- Diatermia.
- Onda corta.
- Onda decimétrica.
- Onda centimétrica.

Las frecuencias asignadas para tratamientos médicos son 12, 13, 56, 27, 40 y 68 MHz; habitualmente se emplean las de 27,12 MHz, a la que corresponde una longitud de onda de 11,06 m.

Diatermia

- Frecuencia 1-10 megaciclos.
- Longitud de onda 300-30 m.
- Se presenta en forma de trenes de ondas, de amplitud decreciente separados por períodos de pausa.
- Bajo voltaje.
- Alto amperaje.
- Efecto térmico.
- Corriente de conducción que produce calentamiento por efecto joule.

booksmedicos.org

Onda corta

- Frecuencia 10-300 megaciclos.
- Longitud de onda 30-1 m.
- Carece de pausa y todas las ondas son de igual amplitud.
- Características físicas de la onda corta.
- La característica más importante es su capacidad para atravesar todas las sustancias, sean conductoras o no, a través de un triple mecanismo:
  - Corriente de conducción.
  - Corriente de desplazamiento.
  - Corriente de inducción.

Corriente de conducción. Es el mecanismo más simple. Aplica el efecto joule. Si los conductores están en paralelo, la corriente se divide y las cantidades de calor son inversamente proporcional a las resistencias; pero si están en serie, son directamente proporcional, ya que están atravesadas por la misma intensidad de corriente y cada una genera una cantidad de calor (efecto joule).

$Q = IR2 \times R \times T$

Donde:
Q: calor en julios.
IR2: intensidad de la corriente en amperios.
R: resistencia en ohmios.
t: tiempo en segundos.

Corriente de desplazamiento. Mediante este mecanismo la onda corta es capaz de pasar por los cuerpos dieléctricos, las moléculas poseen cargas eléctricas que al entrar en contacto con un campo eléctrico, se orientan y se forma un dipolo real, que cambia la orientación con la frecuencia de la corriente alterna, produciendo, dentro de las moléculas, un desplazamiento alternante de las cargas, por eso la onda corta es capaz de atravesar a los cuerpos no conductores.

Corriente de inducción. Es capaz de inducir una corriente de la misma frecuencia.

Conclusión. Atraviesa un cuerpo conductor y lo hace por mecanismo de conducción. Se debe conocer la resistencia específica de cada tejido.

Si no es conductor, lo hace por una corriente de desplazamiento. Se debe conocer la constante dieléctrica del cuerpo.

booksmedicos.org

Características biofisicas. La onda corta atraviesa el organismo mediante 2 formas:

- Corriente de conducción.
- Corriente de desplazamiento.

Efectos físico-químicos:

- Acción sobre los iones y moléculas.
- Acción sobre las soluciones electrolíticas.
- Acción sobre las mezclas no homogéneas.
- Experiencias de Scliephake.
- Efecto térmico.

Acción sobre los iones y moléculas. Iones: producen una variación de su campo eléctrico con polarización del átomo. Moléculas: origina variación en la orientación de las cargas eléctricas, que se disponen al formar dipolos (uno - y otro +). Cuando la corriente pasa como corriente de desplazamiento, hay distorsión de las cargas eléctricas en su interior, con un mínimo de efecto térmico.

Acción sobre las soluciones electrolíticas. Puesto que las soluciones electrolíticas dependen de su concentración, mayor resistencia ofrecerán al paso de la corriente eléctrica y provocarán un mayor calentamiento de la misma hasta una determinada concentración, ya que a partir de una determinada dilución el calor, en vez de aumentar, disminuye. Esto se debe a que en una solución muy concentrada, la corriente pasa en su totalidad como corriente de conducción y produce calor; al diluirla, la solución se hace menos conductora, y al ofrecer mayor resistencia, aumenta la temperatura por efecto joule, llega un momento que al disminuir la conducción de la solución, la corriente pasa como corriente de desplazamiento y disminuye el calentamiento.

Acción sobre las mezclas no homogéneas. Cuando la onda corta atraviesa las mezclas no homogéneas, el calentamiento va a ser también heterogéneo. Ejemplo: la sangre (mezcla heterogénea), si se calienta con onda corta, se observa una mayor temperatura en las células que en el suero que es más homogéneo.

Experiencias de Schliephake. Explican el comportamiento biológico de la onda corta; ejemplo: se hace doble sistema de 3 vasos concéntricos cilíndricos, se llena uno con solución de cloruro sódico (interno), otro con grasa

booksmedicos.org

(medio), otro con agua (externo); al primero se le expone a la onda corta y al otro a la diatermia, con lo que obtienen los siguientes resultados: en el que se expuso a la diatermia, el aumento de calentamiento ocurre en el externo y en el de la onda corta, el aumento de calentamiento ocurre en el más interno.

Onda corta

Concepto. La onda corta son corrientes de alta frecuencia entre 3 y 300 MHz, que tienen un efecto de calentamiento de los tejidos que absorben su energía, se enmarca en las bandas de alta frecuencia y frecuencia muy alta.

Características biofísicas. Son ondas capaces de atravesar, tanto los cuerpos conductores como los que no son: los conductores lo atraviesan al comportarse como una corriente de conducción y los no conductores o dieléctricos, la onda utiliza un mecanismo de desplazamiento. En cualquier caso induce una corriente de la misma frecuencia (Fig. 7.1).

Fig. 7.1. Equipo de onda corta.

Efectos biológicos. El efecto fundamental es la producción de calor, cuyo efecto es conocido por el aumento de la temperatura. Se conoce como efecto térmico:

- La onda corta produce calor en el interior del organismo, inclusive en los tejidos profundos, pero distribuido homogéneamente.
- La producción del calor es debida a la transformación de la energía electromagnética en calorífica y depende de la mayor o menor conductividad de los tejidos, este calentamiento también variará.
- Una vez conseguido, el calor se propaga por conducción hacia las zonas más frías hasta conseguirse un equilibrio térmico. Como consecuencia, aumenta la temperatura de los tejidos y por tanto, aumenta la vascularización, el metabolismo, ciertas reacciones bioquímicas desencadenan los efectos terapéuticos.
- Este calentamiento debe mantenerse dentro de los límites, porque en grado excesivo puede provocar lesiones irreversibles

Efectos fisiológicos:

- Sobre la piel.
- Sobre el tejido óseo.

booksmedicos.org

- Sobre el aparato circulatorio.
- Sobre el metabolismo.
- Sobre el tejido nervioso central y periférico.
- Efecto antiinflamatorio.

Piel: la sensación de calor de la onda corta (OC) es poco intensa, debido a una débil estimulación de los nervios fotosensibles, ya que su irradiación es homogénea y altera poco la diferencia de la piel.

Efecto sobre el tejido óseo: atraviesa el hueso como corriente de desplazamiento y calienta su interior como corriente de conducción. El tejido que rodea el hueso se calienta de forma homogénea. Hay que tener precaución si el tejido próximo al hueso es el cerebral.

Metabolismo: a partir del calor que genera, actúa como catalizador de diferentes reacciones químicas, lo que estimula la actividad metabólica. Aumenta el consumo de oxígeno e incrementa la excreción de sustancia de desecho.

Sistema circulatorio: la hiperemia sobre la piel es poco manifiesta. Produce vasodilatación sobre las paredes vasculares, lo cual favorece mayor flujo sanguíneo y aporte de oxígeno y sustancias nutrientes, disminuye la resistencia periférica al producir hipotensión arterial.

Aparato locomotor: atraviesa el hueso como corriente de desplazamiento, pero los tejidos vecinos, como corriente de conducción al producir calentamiento en los mismos, produce relajación, aumento de extensibilidad del tejido conectivo.

Sistema nervioso: si el calor no es excesivo, disminuye la excitabilidad de los nervios periféricos y produce un aumento del umbral en los mismos.

Acción general: aumento de la temperatura; su extenso aumento puede estimular el centro vasomotor y producir vasodilatación superficial.

Efecto antiinflamatorio: es secundario a la hiperemia, al aumento de leucocitosis y fagocitosis, y a la mayor eliminación de detritos.

Técnica de aplicación:

- Método condensador o capacitivo.
- Método de inducción o inductivo.

En el método condensador se utilizan electrodos bipolares que pueden ser rígidos (circulares o de disco) y flexibles (de goma).

booksmedicos.org

En el método inductivo se utiliza un solo elemento aplicador, el cual emite un solo campo de alta frecuencia en una sola dirección; otro es el cable inductivo que consiste en un cable forrado con varias capas aislantes que se enrolla en la zona a tratar.

Para realizar la transferencia

- Electrodos de contacto directo.
- Electrodos condensadores.
- Electrodos de inducción.

Técnicas de tratamientos:

Condensador. Se utilizan 2 electrodos y la zona a tratar se encuentra en el centro de ambos (Fig. 7.2).

Inducción. Un solo electrodo en el área a tratar (Fig. 7.3).

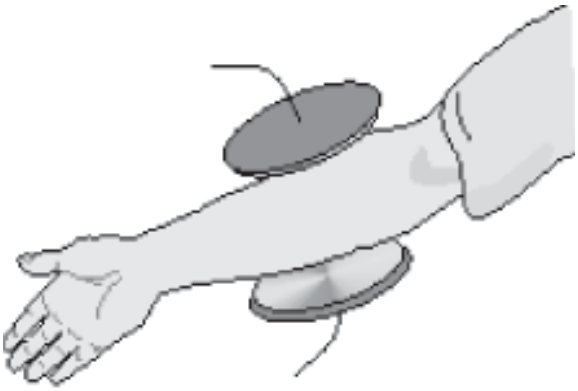


Fig. 7.2. Campo de condensador

Fig. 7.3. Campo de inducción.

booksmedicos.org

Campo de turbulencia. El campo de turbulencia realmente es un campo de inducción, pero por aproximación de una bobina en sentido transversal a la zona tratada (Fig. 7.4).

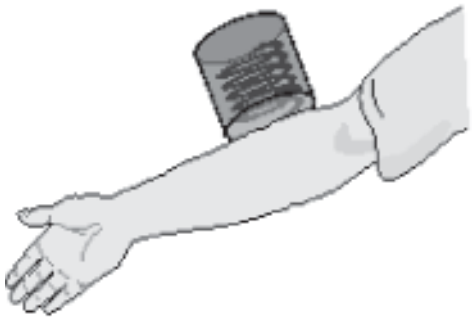


Fig. 7.4. Campo de turbulencia.

Posición de electrodos (aplicaciones)

Transversal: se colocan en superficies opuestas de forma que el calor se dirija a los tejidos profundos. Actuará más sobre el tejido graso (Fig. 7.5a).

Longitudinal: las estructuras están dispuestas en las mismas direcciones que las líneas del campo entre las placas del condensador. Se produce un mayor calentamiento en los músculos y tejidos secos y ricos en agua de iones (Fig. 7.5b).

Coplanar: están localizados en el mismo plano en un lado de la parte del cuerpo que hay que tratar. La energía es absorbida en capas superficiales (Fig. 7.5c).

Monopolar: se coloca el electrodo sobre el lugar de la lesión.

Tamaño de los electrodos:

Depende del tamaño de la zona a tratar; como regla deben ser mayores que esta área. Cuando el electrodo es del mismo tamaño, el calentamiento

booksmedicos.org

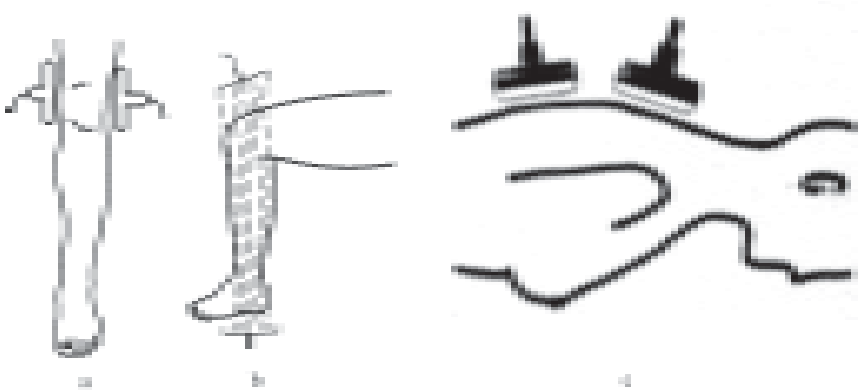


Fig. 7.5 . Posición de electrodos (aplicaciones). Transversal (a), longitudinal (b) y coplanar (c).

es igual en la superficie que en profundidad, cuando es más pequeño, el calentamiento es mayor en la superficie. Si los electrodos son mayores que la zona de tratamiento, el calentamiento es mayor en profundidad.

Distancia electrodo-piel:

- A mayor distancia - piel, mayor calentamiento profundo y más homogéneo. La distancia entre los electrodos y la piel debe ser tan amplia como la emisión que el equipo permita.
- Las superficies deben ser paralelas a la piel.
- Electrodos de igual tamaño y diferente distancia electrodo- piel: el efecto en el tejido superficial es mayor en el electrodo más cercano a la piel.
- Electrodos de diferente tamaño e igual distancia electrodo - piel: el efecto, tanto en el tejido superficial como profundo, será mayor.

Dosificación:

Medir la energía electromagnética transferida del aparato de onda corta a los tejidos no es posible en la práctica clínica. Se considera la dosis: la energía total de onda corta administrada a un paciente durante una sola sesión de tratamiento.

El terapeuta deberá tener en cuenta intensidad, tiempo y frecuencia con las que se aplica la onda corta.

1. Dosis 1 o muy débil, que parte de 0: se aumenta lentamente la intensidad hasta que el paciente tiene sensación de calor. Cuando llega a este umbral se baja ligeramente la intensidad (procesos agudos inflamatorios).

booksmedicos.org

2. Dosis 2 o débil: el enfermo nota una ligera sensación de calor (procesos subagudos y resolución de procesos inflamatorios).
3. Dosis 3 o media: moderada pero agradable sensación de calor (procesos subagudos y resolución de procesos inflamatorios).
4. Dosis 4 fuerte: calentamiento vigoroso pero bien tolerado por el enfermo (procesos crónicos). Existe otra clasificación (Delpizzo y Yoyner).
   a) Baja: no hay sensación térmica, aunque se produzcan efectos fisiológicos.
   b) Media: sensación aparente de calor.
   c) Alta: sensación de calor moderada, agradable y tolerable.

Por regla general, mientras más aguda es la enfermedad menos debe ser la dosis. Si la lesión es subaguda o crónica, la dosis debe ser más alta.

Duración de la sesión de 10 - 20 min. Las sesiones deben ser diarias, procesos agudos y subagudos y crónicos días alternos con dosis mayores.

Indicaciones:

- Procesos inflamatorios fundamentalmente subagudos y crónicos: forúnculos, panadizos, abscesos mamarios, sinusitis y otitis crónica.
- Afecciones del sistema nervioso:
- Central: cuadros espásticos.
- Periféricos: parálisis periféricas, neuralgias, polineuropatías.
- Aparato locomotor: contusiones, esguince, sinovitis, derrame sinovial, artropatía degenerativa.
- Afecciones reumáticas: mialgias, artropatía inflamatoria.
- Aparato respiratorio: traqueítis, bronquitis, abscesos y empiema pulmonar.
- Aparato digestivo: espasmos esofágicos, gastrointestinales y cólicos, abscesos y fístulas anales.
- Aparatos circulatorios: mejora el riego local.
- Aparato genitourinario: hipertrofia prostática, cólicos nefríticos, cistitis, anexitis.

Contraindicaciones:

Absolutas:

- Tumores malignos.
- Marcapasos.
- Zonas de isquemia.
- Embarazo.

booksmedicos.org

- Zonas de trombosis.
- Zonas de hemorragia reciente.

Relativas:

- Material de osteosíntesis si las dosis son altas.
- Cardiópatas.
- Inflamaciones e infecciones agudas.
- Osteoporosis.

Precauciones:

- Quemaduras (excesivo calentamiento), sobredosis al tratar procesos agudos a dosis máxima.
- Necrosis tisular cuando hay déficit arteriovenoso importante.
- Shock eléctrico: ello ocurre al contactar el fisioterapeuta directamente o el paciente con el circuito del aparato conectado.
- Vértigos.
- Alteraciones de equipos electrónicos (prótesis auriculares, marcapasos)

Microondas

Son radiaciones electromagnéticas incluidas en la banda de frecuencias que se extienden desde los 300 MHz a los 3000 GHz, se pueden localizar en forma de potentes radiaciones, sumamente direccionales al interactuar con lo material, su energía puede ser reflejada como ocurre cuando incide sobre metal, transmitida con poca pérdida de energía en medios transmisores, como el vidrio o absorbida por la materia irradiada, lo que origina un aumento de temperatura (Fig. 7.6).

Fig. 7.6. Equipo de microondas.

booksmedicos.org

Las microondas se parecen, en muchos sentidos, a las ondas de radio, pero son más difíciles de generar, ya que se requieren dispositivos electrónicos especiales, como el magnetrón o clistrón. A diferencia de la onda corta, las microondas pueden focalizarse en forma de potentes radiaciones, sumamente direccionales. En su interacción con la materia, su energía puede ser reflejada, como ocurre cuando inciden sobre superficies metálicas, transmitida con poca pérdida de energía en medios transmisores, como el vidrio, o absorbida por la materia irradiada, lo que origina un aumento de temperatura.

En medicina física, las microondas se utilizan como método de calentamiento profundo (diatermia). La producción de calor se basa en el hecho de que las moléculas orgánicas y de agua vibran con gran energía (vibración forzada), al ser sometidas a microondas de determinada frecuencia. La fricción producida entre las moléculas en vibración genera rápidamente calor.

Las caracterñisticas biofísicas a tener en cuenta son:

Intensidad: corresponde a la unidad de energía por unidad de tiempo (potencia) y por unidad de superficie normal a la dirección de propagación y se mide en vatios por cm^2 (W/cm^2). En este caso la unidad se expresa por unidad de superficie corporal incluida en el campo de irradiación densidad superficial de potencia.

Coeficiente de atenuación: es característico de cada medio y es inversamente proporcional a la penetración y depende también de la naturaleza de los tejidos.

La penetración: es directamente proporcional a la longitud de onda, ya que con longitudes de onda pequeña, el coeficiente de atenuación aumenta.

En medio rico en agua, ejemplo: en el tejido muscular es mayor la absorción a su nivel.

Factores de los que depende la penetración y absorción de microondas

Longitud de onda: a menor longitud de onda (aumenta la frecuencia), disminuye la penetración, conductividad del absorbente. La energía de la microonda tiende a penetrar en tejidos con baja conductividad eléctrica.

- A mayor contenido de agua mayor absorción, ejemplo: vasos sanguíneos, piel húmeda y músculos.

booksmedicos.org

Técnica de aplicación

- Debe existir un espacio aéreo entre la piel y el aplicado de 5 - 10 cm.
- La máxima cantidad de radiación debe incidir sobre la piel de la zona a tratar de forma perpendicular.
- Desviaciones superiores a 300 producen reflexiones y pérdidas de energía significativa.
- Superficies corporales curvas e implantes metálicos contribuyen a una convergencia o divergencia de la energía en tejidos adyacentes.
- La potencia que indica el equipo es potencia de salida, no la energía que penetra.

La dosis se calcula, al igual que la onda corta, en niveles de dosis sugerido por Delpizzo y Yoynes.

I. Baja: no hay sensación térmica.
II. Media: sensación térmica tenue, pero todavía aparente.
III. Alta: percepción de calor moderada, agradable y perfectamente tolerable.

Como norma general, se recomienda que la dosis no supere el nivel III. Para esto, la potencia se debe ajustar definitivamente transcurridos alrededor de 5 min, de forma que la sensación del paciente quede bien establecida. La aparición de molestias o dolor constituye un signo de alarma frente a un sobrecalentamiento. Evidentemente, dado que la dosimetría se basa en la sensación de calor experimentada, la sensibilidad térmica de la zona debe ser comprobada antes de comenzar la aplicación. También ha de tenerse en cuenta que la percepción térmica puede variar en el transcurso de la aplicación, y entre una aplicación y otra.

La duración del tratamiento varía con el estadio evolutivo de la afección. En procesos subagudos o poco evolucionados, suele ser de 5 a 15 min, con niveles I o II. Para afecciones crónicas, se recomiendan aplicaciones de 10 a 20 min, con un nivel III. Tiempos inferiores a 5 min resultan insuficientes, mientras que prolongar la aplicación más de 30 min no aporta ningún beneficio, dado el enfriamiento por convección producido por el flujo sanguíneo.

Normas y principios fundamentales que hay que tener en cuenta en la aplicación de microondas:

- Localizar con precisión la zona que hay que tratar.
- Evaluar la sensibilidad de la zona.

booksmedicos.org

- Retirar elementos metálicos y apósitos, vendajes o ropas húmedas.
- Explicar al paciente la metódica y propósito del tratamiento.
- Posicionar correctamente al paciente.
- Colocar el radiador a la distancia adecuada, y tener en cuenta la ley del coseno.
- El paciente debe permanecer quieto durante la aplicación.
- Aumentar la potencia lentamente, dando tiempo a que el paciente perciba el calentamiento.
- Como máximo, se debe percibir un calor moderado y siempre tolerable.
- Ajustar el tiempo y la potencia adecuadas obtenidas.
- Mantener la vigilancia sobre el paciente durante la aplicación.
- A excepción del paciente, cualquier persona se debe mantener alejada del aparato.

Indicaciones. Las mismas que las de termoterapia:

- Analgesia.
- Relajación muscular (antiespasmódica).
- Aumento del flujo sanguíneo y del metabolismo local (trófica-antiinflamatoria).
- Aumento de las propiedades viscoelásticas de músculos, tendones, ligamentos y fibras capsulares.

Mediante la aplicación de microondas, se puede lograr un calentamiento intenso de aquellas partes del cuerpo recubiertas por escaso espesor de grasa subcutánea (articulaciones de mano, muñeca, pie, tendón rotuliano, tendón de Aquiles, músculos superficiales, articulaciones costocondrales y sacroilíacas de individuos delgados).

Son efectivas, especialmente, en problemas musculares álgicos (miofibrositis, contracturas y espasmos musculares que acompañan a muchos procesos en conjunción con estiramientos, movilizaciones y masajes). También en tendinitis y tenosinovitis crónicas en tendones superficiales (rotuliano, Aquiles, flexores y extensores de los dedos de la mano y el pie).

Las articulaciones recubiertas por poco espesor de partes blandas (articulaciones de manos, pies, muñeca, radiocubital superior, esternoclavicular, acromioclavicular, costocondrales y sacroilíacas de individuos delgados) pueden ser calentadas adecuadamente. Sin embargo, las grandes articulaciones (cadera, hombros), con un elevado espesor de partes blandas, no se calientan tan intensamente. Si se quiere actuar sobre la extensibilidad del tejido colágeno, se debe utilizar una dosis cerca de la tolerancia y la zona

booksmedicos.org

debe ser sometida a movilización y esto debe ser manual o instrumental, inmediatamente después de finalizada la aplicación, mientras la temperatura en los tejidos se encuentra elevada.

En estadios subagudos de artritis de articulaciones superficiales, dosis bajas pueden ser beneficiosas para la resolución del edema y de la inflamación.

Contraindicaciones

- Trastornos de la sensibilidad.
- Zonas isquémicas.
- Testículos.
- Osteomielitis.
- Tumores malignos.
- Embarazadas.
- Trastornos circulatorios, hemorragias, hemofilias.
- Cartílago de crecimiento.
- No irradiar los ojos.
- Marcapasos.
- Zonas con líquido en tensión (derrames articulares, bursitis, edemas, abscesos).

Precauciones

- El operador debe estar a 2 m de distancia del equipo y no en línea con él.
- Retirar joyas (relojes, cadenas, pulseras, objetos metálicos).
- No irradiar prótesis metálicas.
- Se debe tener en cuenta, además, las mismas precauciones que en las ondas cortas.

booksmedicos.org

CAPÍTULO 8: TERAPIA ULTRASÓNICA

booksmedicos.org

ULTRASONIDOS

El desarrollo del ultrasonido sigue un curso muy interesante, y en su última fase muy típico de los inventos del siglo pasado.

En 1847, Joule descubre el efecto magnetoestrictivo, y 33 años más tarde (1880) los hermanos Curie descubrieron el efecto piezoeléctrico, que poco después completó Lippman al hallar el efecto recíproco; Aunque durante muchos años la técnica no estuvo en condiciones de explotar estos conocimientos. Como fruto de estos esfuerzos, Langerin y Tournies construyeron por primera vez, en 1917, un aparato piezoeléctrico que, aunque tenia utilidad para la marina, presentaba aplicaciones en el campo de la biología, al observarse que bajo la acción de los ultrasonidos que emitía morían pequeños peces después de grandes convulsiones.

En 1927, Wood y Loomis continuaron esta acción destructiva de los ultrasonidos al trabajar con un generador piezoeléctrico que producía una frecuencia de 3000 kilociclos; este trabajo dio inicio a una serie de investigaciones referentes a la acción del ultrasonido sobre las baterías, sangre y distintos líquidos orgánicos.

En 1932, Freundlicher y Soeller investigan la acción tixotropa (capacidad de licuar gel) y la producción de calor y su propagación en los tejidos debido a la acción ultrasónica. Frenzel y Hensberg, al trabajar con altas energías ultrasónicas demostraron que los animales de ensayo, primero se excitaban y después les entraba una apatía considerable que a algunos ocasionaba la muerte. Pero lo más importante de esta prueba fue el resultado de disminuir notablemente la excitabilidad de los nervios. Los mismos autores demostraron que los ultrasonidos aumentan la penetración de ciertas sustancias farmacológicas por la formación de pápulas cuando se administra histamina por vía cutánea mejora la permeabilidad celular en un 40 %.

Posteriormente, en 1949, se realiza el 1er. Congreso Internacional de Ultrasonidos, que provocó un revuelo importante en la prensa no médica, por artículos exagerados y de poco criterio que más bien perjudicaron la evolución científica de los mismos.

Después de este hecho, viene un período en que se probaron los ultrasonidos en casi todas las enfermedades, y es cuando se llega a conocer donde están sus verdaderas virtudes y cuáles son sus efectos adversos.

booksmedicos.org

Fundamentos físicos:

Sonido: vibración mecánica (compresiones y dilataciones) producida por un medio elástico que oscila entre los 16 Hz y los 16 000 Hz, definición que guarda relación con el oído humano, la edad y las especies.

Intensidad ultrasónica: Se trata de la energía que pasa en un segundo por cada cm^2 de una superficie perpendicularmente puesta en dirección de la emisión. Su unidad es en W/cm^2.

Profundidad de hemirreducción: indica que, a cierta distancia del aplicador, la intensidad ha disminuido a la mitad debido a las pérdidas por absorción y dispersión del haz ultrasónico.

Absorción: capacidad de retención de la energía acústica del medio expuesto a la irradiación, la cual se transforma en su mayor parte en calor, debido al roce interno de las partículas.

Concepto de ultrasonido: vibraciones mecánicas (compresiones y dilataciones) en un medio no elástico que oscilan a frecuencias mayores a los 1600 Hz y determinada longitud de onda, que utilizan la reversibilidad del efecto piezoeléctrico.

Ultrasonoterapia: utilización del ultrasonido con fines terapéuticos al utilizar frecuencias de 0,7 MHz, y 3 MHz, siendo la más utilizada entre 0,8 MHz y 1 MHz.

Ultrasonido diagnóstico: utilización del ultrasonido para detectar cambios patológicos mediante el estudio de una parte del cuerpo humano. Son necesarias las frecuencias entre 5 KHz y 10 KHz.

Generación del ultrasonido

Efectos piezoeléctricos:

- Propiedades de algunos materiales cristalinos, los cuales generan cargas eléctricas en determinadas superficies producidas por tracción o compresiones mecánicas ejercidas, perpendicularmente, sobre su eje principal de simetría.
- Fenómeno que ocurre en los dieléctricos cristalinos, en los cuales, la presión ejercida en determinadas condiciones, provoca una polarización de las cargas eléctricas, al concentrar las positivas en una cara del cristal y las negativas en la otra cara. Al unirlo con un conductor, circula por este una corriente generada por la presión.

booksmedicos.org

Está condicionado por:

- La deformación de las celdillas cristalinas elementales de la red que carecen de centro de simetría.
- El desplazamiento de las subrredes, unas respecto a otras, durante las deformaciones mecánicas.

Existe proporción entre la magnitud de la deformación mecánica y el grado de polarización.

Efectos piezoeléctricos invertidos:

- Se aplica corriente eléctrica alterna a ciertos materiales policristalinos y experimentan cambios en su forma.

Materiales: cuarzo, titanato de bario, titanato de bario circonio (P.Z.T).

Características físicas del campo ultrasónico. El campo ultrasónico no solo se define por la intensidad; otros datos son imprescindibles como son la velocidad sónica, que indica la rapidez de la propagación de la energía ultrasónica y que no se debe confundir con la celeridad sónica, que muestra la velocidad con que una partícula oscila en el alcance de su onda que va del 0 al máximo.

Fenómenos físicos que ocurren en el medio

Naturaleza de la onda ultrasónica: son compresiones y dilataciones de sentido longitudinal, periódicas de la materia y se propaga a través de la misma a una velocidad determinada por el generador que las origina.

Longitud de onda de los ultrasonidos: las compresiones y dilataciones siguen un ritmo determinado que representa la frecuencia del diapasón y, según la rapidez en la sucesión de los mismos, la longitud de onda. La longitud de onda del ultrasonido es directamente proporcional a la velocidad (c) e inversamente proporcional a la frecuencia (f).

Densidad de masa del medio (resistencia del tejido): la densidad de masa es directamente proporcional a la velocidad.

Impedancia acústica: es directamente proporcional a la densidad de masa y a la velocidad.

booksmedicos.org

Reflexión y refracción del sonido: depende de la impedancia acústica del medio, a mayor resistencia acústica, mayor reflexión y es más intensa cuando se experimenta entre gases con líquidos cuerpos sólidos.

Diseminación del ultrasonido: está en relación con la divergencia en el campo distante y la reflexión.

Absorción y penetración del ultrasonido: está en relación con el índice de absorción, que no es más que la capacidad que tiene el medio de retener la energía acústica, la cual se transforma, en su mayor parte, en calor debido al roce interno de las partículas.

Propiedades de las ondas ultrasónicas:

Reflexión: la onda regresa a partir de la superficie del nuevo medio (y será más intensa cuanto más difiere la resistencia sónica), el ángulo de incidencia es igual al de reflexión. Para evitar que la energía sónica se refleje por completo, si se interpone una capa de aire entre el cabezal y la piel, se debe aplicar un líquido de acople (gel de acople) que posea la misma resistencia sónica que el tejido.

Transmisión: la onda se desplaza en el nuevo medio y se refracta si no incide con un ángulo de 90 °.

Absorción: cuando las ondas atraviesan un medio, algunas se observan y en este fenómeno chocan con partículas produciendo un calentamiento considerable, lo que implica una disminución de su intensidad.

Impedancia acústica de algunas sustancias:

Medio		**Coeficiente de absorción (a)**
	1MHz	3 MHz
Sangre	0,028	0,084
Vaso sanguíneo	0,4	1,2
Tejido óseo	3,22	-
Piel	0,62	1,86
Cartílago	1,16	3,48
Aire (200 c)	2,76	8,28
Tejido tendinoso	1,12	3,26
Tejido muscular	0,76	2,28 haz perpendicular
Tejido nervioso	0,2	0,6
Tejido graso	0,28	0,84 haz paralelo

booksmedicos.org

Ángulo de dispersión a 1 y 3 MHz para varios cabezales de tratamiento:

Cabezal	5 cm^2	1 cm^2
1 MHz	4,2°	9,3°
3 MHz	1,4°	3,1°

BNR (*Blean nom - unioformity satio*)

Es el comportamiento no homogéneo del haz sónico y se expresa por el coeficiencia BNR, que nunca será menos que 4.

1 MHz	cabeza de tratamiento	6,2 cm^2 - 5,0 máx.
	cabeza de tratamiento	1,4 cm^2 - 5,0 máx.
3 MHz	cabeza de tratamiento	6,2 cm^2 - 6 máx.
	cabeza de tratamiento	0,7 cm^2 - 5,0 máx.

Área de radiación efectiva (ERA)

El elemento piezoeléctrico no vibra uniformemente, por este motivo, el ERA (área de radiación efectiva) es más pequeña que el área del cabezal.

Frecuencia	**ERA**	**Área geométrica**
1 MHz	5,0 cm^2	6,2 cm^2
	0,8 cm^2	1,4 cm^2
3 MHz	5,0 cm^2	0,7 cm^2
	0,5 cm^2	0,7 cm^2

Propiedades del haz ultrasónico

Campo cercano: zona de Fresnel:

- Hay fenómenos de interferencia que pueden aumentar la intensidad.
- Hay ausencia de divergencia y ligera convergencia.
- A menor longitud de onda el campo cercano es mayor.
- Las acciones terapéuticas más importantes se producen aquí.

booksmedicos.org

Campo distante zona de Fraunhofer:

- Hay ausencia de fenómenos de interferencia, haz uniforme y la intensidad disminuye con la distancia.
- El haz de ultrasonido tiene mayor diámetro.
- Hay presencia de divergencia y haz en forma de campana.

Propiedades de penetración en algunos medios:

Medios	1 MHz	3 MHz
Tejido óseo	7 mm	
Piel	37 mm	12 mm
Cartílago	20 mm	7 mm
Aire	8 mm	3 mm
Tejido tendinoso	21 mm	7 mm
Tejido muscular	30 mm	10 mm
Tejido graso	165 mm	55 mm
Agua	38 330 mm	12 770 mm

Fenómenos de cavitación del ultrasonido:

Son cavidades microscópicas que se forman por la fuerza de tracción (varios kg/cm^2) y se desmoronan en la fase de compresión como resultante de concentraciones determinadas de energía, en espacios mínimos, con presiones de hasta 1000 atmósferas y temperatura de unos cuantos cientos de grados y fuerzas cinéticas que rebasan en cien mil las magnitudes de los campos sónicos.

Térmicos:

- Se produce debido a la fricción y va a estar en correspondencia con la intensidad, la duración del tratamiento, así como con el tipo de emisión.
- En tejido muscular, el aumento de temperatura puede ser tan rápido como 0,07 Cx s para un ultrasonido continuo de 1 W/cm^2.
- Este efecto tiene mayor expresión en los límites tisulares, según impedancia específica, y la generación de calor resultante no es uniforme. Esto se puede compensar con el movimiento semiestacionario del cabezal.
- Hiperemia: se produce un aumento de circulación sanguínea en la zona tratada, en parte, debido al efecto térmico y en parte, por la liberación de sustancias vasodilatadoras.
- Aumento de la extensibilidad del colágeno.

booksmedicos.org

- El tejido nervioso tiene una capacidad selectiva de absorción que la ultrasónica, son más sensibles las fibras tipo B y C que las de tipo A, de modo que se explica un efecto analgésico, con elevación del umbral de excitación que las aferencias nociceptivas.
- Disminución de la excitabilidad neuromuscular.
- Relajación del espasmo muscular y de la contractura refleja.
- Sobre los tejidos superficiales, los U.S. producen un aumento de la permeabilidad y elasticidad, lo que favorece la penetración de sustancias farmacológicamente activas.
- Disminuye la rigidez articular.
- Eleva el umbral del dolor por bloqueo de fibras C.
- Moviliza los edemas, exudados e infiltrados.
- Aumenta el metabolismo local.
- Modifica la velocidad de conducción nerviosa.
- Modifica la permeabilidad de la membrana celular.

Mecánicos:

- Es el primer efecto que se produce. Genera compresión y expansión del tejido en la misma frecuencia del ultrasonido (micromasaje), tiene una acción desgasificante, por reagrupar burbujas microscópicas, situación que puede dar lugar al fenómeno de cavitación*f*.
- Se produce variación de intensidad en los límites tisulares por onda estacionaria derivada de la interferencia.
- Se producen cambios de volumen celular que llegan a ser del 0,02 %, al estimular el transporte de membrana.
- Ocurre liberación de mediadores por efecto de la vibración, lo cual influye activamente en la resolución del proceso inflamatorio.
- Se estimula la fibra aferente gruesa con inhibición posexcitatoria de actividad ortosimpática, con una reducción del tono muscular y relajación muscular.
- Aumento de la peristalsis precapilar (de 2-3 x min a 31 x min) con el consiguiente aumento de la circulación sanguínea.
- Estimulación de la regeneración tisular, depósito acelerado de fibras colágenas y una remodelación del colágeno cicatrizal.
- Posee efectos significativos sobre nervios periféricos a nivel de la membrana neuronal, lo que ayuda a comprender el efecto analgésico, aumenta la velocidad de conducción de los nervios periféricos, por lo que se pueden producir bloqueos temporales.
- Se produce un aumento de la producción de fibroblastos, con síntesis de fibra colágena para matriz intercelular y su posterior orientación estructural.
- Aumenta difusión a través de la membrana celular.
- Mejora el flujo sanguíneo.

booksmedicos.org

Efectos terapéuticos:

- Antiinflamatorio.
- Analgésico.
- Relajante.
- Cicatrizante.
- Relacionado con el medicamento de introducción (fonoforesis).

Técnicas en la aplicación del ultrasonido:

- Acomodar al paciente, debe estar relajado en posición cómoda.
- Explicar el método al paciente.
- Elegir el método terapéutico acorde a la enfermedad a tratar.
- Se debe eliminar grasa cutánea y rasurar el área de tratamiento si es necesario, para facilitar el recorrido del cabezal por el área de tratamiento.
- En la aplicación del medio de contacto, se debe utilizar gel (de ultrasonidos) sin burbujas de gas, incoloro, químicamente neutro, no irritante.
- Siempre, antes de la sesión de tratamiento, se debe comprobar mecánicamente el haz ultrasónico, al colocar unas gotas de agua sobre la superficie de emisión del cabezal y poner el aparato en funcionamiento; el resultado es la formación de pequeñas partículas de agua a manera de nebulización.
- El cabezal se deslizará sobre la superficie objeto de tratamiento, al mantener en todo momento el contacto con la piel. Es muy importante que se mantenga en continuo movimiento, añadiendo gel en caso de que fuera necesario.
- La velocidad de movimiento no debe ser excesivamente rápida, pero no se debe dejar el cabezal fijo, o hacer simples rotaciones axiales, sin desplazamientos laterales sobre la piel.
- En los equipos modernos, cuando no se conserva un 80 % de la superficie del cabezal en contacto, el mismo desconecta automáticamente la emisión y se emite una señal lumínica y/o sonora.
- Se debe prestar atención en todo momento a la reacción del paciente.
- Se utiliza la técnica semiestacionaria asociada a movimientos circulares del cabezal, para evitar una concentración de bandas de interferencia dentro del haz y mantener un BNR bajo.
- El área total de tratamiento no debe ser mucho mayor de 15 cm^2.
- Es importante vigilar la sensación de dolor, que siempre señala una sobredosificación y el peligro de daño tisular.
- El tratamiento no dura más de 15 min por área de lesión.
- Es importante la limpieza del área de tratamiento y del cabezal al final de la sesión.

booksmedicos.org

- Para el modo de emisión continuo, no se emplean intensidades mayores de 2 W/cm^2. Para el modo de emisión pulsátil, no se emplean intensidades mayores de 3 W/cm^2.
- En dependencia de la extensión de la zona a tratar, se utilizan áreas de irradiación efectiva (ERA) de 0,8 y de 5 cm^2.
- La frecuencia de emisión es un parámetro que se utiliza al atender a la profundidad de la lesión. La frecuencia de 1 MHz tiene poca absorción en capas superficiales de la piel, de modo que tiene una mayor capacidad de penetración por lo que está indicada en el tratamiento de lesiones osteomioarticulares o más profundas. Por su parte, la frecuencia de 3 MHz tiene gran absorción a nivel de capas superficiales de la piel, por lo que no tiene significativa transmisión o penetración, de modo que es la frecuencia específica para abordar la patología de piel o del tejido subcutáneo.
- Fijar parámetros a utilizar.
- Seleccionar cabezal y acoplamiento.
- Renovar el medio de contacto de ser necesario.
- Limpiar la piel del paciente y el cabezal al terminar el tratamiento.
- Mantener el medicamento, si se utilizó el método de fonoforesis.
- Interrogar al paciente sobre efectos indeseables.
- Desconectar el equipo.

Clasificación de los ultrasonidos por su forma de emisión:

- **Continuos:** en esta forma de aplicación mantiene su emisión sin pausas de reposo, trabaja al 100 %. La intensidad máxima ajustable es de 3 W/cm^2 y provoca sensación térmica.
- **Pulsátil:** mantiene su emisión con pausas de reposo. La intensidad máxima ajustable es de 5 W/cm^2, suprime sensaciones térmicas. Los períodos de trabajo son de 25, 50 y 75 %.

Métodos de aplicación:

- Contacto directo:
  - Sin desplazamiento delcabezal (superficie mayor al cabezal).
  - Modalidad dinámica con desplazamiento del cabezal (circular o longitudinal), se utilizan medios de acoplamiento.
- Contacto indirecto (hidrosonido):
  - Se utiliza para tratar superficies irregulares.
  - Agua desgasificada en un recipiente plástico o de loza.
  - Temperatura adecuada de 36-37 °C.
  - Evitar burbujas de superficie.
  - Colocar el cabezal adecuadamente, a menos de 3 cm de distancia.

booksmedicos.org

Terapias combinadas

La terapia ultrasónica se puede combinar con cualquier otro tipo de terapia, como:

US + láser
US + magnetoterapia
US + termoterapia superficial y profunda
US + electroterapia sonoelectroterapia
Corriente de Trabert corrientes diadinámicas
US + corriente de media frecuencia

Sonoforesis (fonoforesis)

Us + medicamentos
- Acción circulatoria
- Acción analgésica
- Acción antiinflamatoria
- Acción cicatrizante

Us + masoterapia = sonomasoterapia

Medio de contacto de la terapia ultrasónica

Características:

- Ser estéril.
- Que no manche la ropa.
- Inoloro.
- Forma de gel no líquido (excepto hidrosonido).
- No ser absorbido rápidamente por la piel.
- No causar irritación.
- Ser químicamente inerte.
- Bajo costo.
- Tener buenas propiedades de propagación.
- Carecer de microburbujas.
- Ser transparente.

Dosificación:

Está en relación con:

- Frecuencia.
- Método.

booksmedicos.org

- Modo.
- Intensidad.
- rea del cabezal.
- Superficie y profundidad a tratar.
- Momento evolutivo.

Frecuencia: diario o en días alternos.
Método: directo e indirecto.
Modo: continuo y pulsado.
Intensidad:

US continuo:	-0,3 W/cm^2	baja intensidad.
	0,3 - 1,2 W/cm^2	media intensidad.
	1,2 - 3W/cm^2	alta intensidad.

Cabezal de 1 o 3 MHz. Con áreas de 5 a 0,8 cm^2.

La superficie a tratar debe ser menor de 15 cm^2 y la profundidad es variable; se utiliza el cabezal de 1 MHz para tratar zonas profundas y el de 3 MHz para zonas superficiales.

Determinar si el proceso es agudo o crónico, si es agudo se utiliza ultrasonido pulsado y menor intensidad y si es crónico continuo y mayor intensidad.

Indicaciones médicas:

- Trastornos osteomioarticulares traumáticos y degenerativos.
- Fibrosis músculo tendinosas.
- Puntos gatillos de dolor.
- Lesiones tendinosas inflamatorias.
- Dedos en resorte.
- Espasmos musculares.
- Rigidez articular.
- Calcificaciones no patológicas.
- Adherencias posquirúrgicas.
- Dolores articulares.
- Inflamación articular.
- Contractura de Dupuytren.
- Espolón calcáneo.
- Queloides y cicatrices hipertrofias.
- Esclerodermia.
- Psoriasis.

booksmedicos.org

- ‡1ceras tróficas.
- Verrugas planas.
- Trastornos de órganos internos.
- Ulceras gastroduodenales (D6- D9).
- Síndrome pilórico.
- Constipación (D10-l2).
- Asma bronquial.
- EPOC.
- Prostatitis.
- Lesiones de nervios periféricos, sobre todo de tipo irritativas.
- Trastornos circulatorios, en casos de éxtasis circulatorios y colecciones líquidas crónicas, como hematomas, fibrohematomas, etc.
- Sudeck.
- Artrosis de la articulación temporo -mandibular.
- Paradontosis.
- Pulpitis.
- Enfermedad de peyronie.

Contraindicaciones

Absolutas:

- Ojos. Cavitación de medios líquidos y lesiones irreversibles.
- Corazón.
- ‡tero grávido, por cavitación del líquido amniótico, malformaciones por la hipertermia.
- Placas epifisarias.
- Cerebro.
- Testículos.

Relativas:

- Luego de laminectomías.
- Pérdida de sensibilidad.
- Endoprótesis e implantes metálicos.
- Tromboflebitis y várices (embolismos).
- Sepsis con riesgos de diseminación.
- Diabetes mellitus.
- Vecindad de tumores por la posibilidad de estimular o acelerar el crecimiento tumoral.
- Contraindicado en los tejidos con irrigación inadecuada, debido a que la elevación de la temperatura aumentará la demanda metabólica, sin que exista una respuesta vascular apropiada.
- Lesiones agudas y subagudas (US continuo).

booksmedicos.org

- Trastornos de la coagulación.
- Sepsis.

Precauciones médicas:

- Que no produzcan dolor.
- Que no produzcan quemaduras.
- Evitar el fenómeno de cavitación.
- Rasurar vello cutáneo.
- No tratar endoprótesis cementada, componentes plásticos y zonas con material de osteosíntesis y tejido subyacente.
- Angiopatía diabética.
- Corazón y tejido cerebral.

Formas de comprobar el funcionamiento adecuado del equipo:

- Introducir el cabezal en un recipiente con agua y se puede observar la turbulencia que se produce en el agua.
- Se pone el cabezal en posición que quede hacia arriba y se le aplican gotas de agua, se enciende el equipo y se observa cómo se pulveriza el agua en pequeñas partículas.

Componentes del equipo (Fig. 8.1):

- Circuito electrónico.
- Generador alternante.
- Transductor que convierte la corriente eléctrica alterna en energía mecánica.
- Aislante.
- Placa frontal de metal.
- Cronómetro interruptor (W/cm^2).
- Otros controles.

Fig. 8.1. Equipos de ultrasonido.

booksmedicos.org

El uso del ultrasonido terapéutico tiene una gran difusión en la práctica médica, se ha tratado de abarcar todos los aspectos relacionados con el mismo. Debe quedar claro que no existe posibilidad de comparar el ultrasonido con otros agentes físicos, especialmente con las terapias lumínicas o radiaciones que dejan completamente inmóvil al tejido irradiado; mientras que el ultrasonido representa una oscilación mecánica en sentido longitudinal, en el cual vibra el mismo medio y se genera una enorme cantidad de energía. Este aspecto no se debe olvidar al evaluar este tipo de terapia.

Sonoforesis o fonoforesis

Se trata de la introducción de sustancias en el interior del organismo mediante energía ultrasónica. Se trata de un procedimiento por el que se introducen en el organismo moléculas completas, a diferencia de la iontoforesis que introduce iones dependiendo de su polaridad.

Las moléculas introducidas se desdoblan en el interior de los tejidos diana en elementos y radicales mediante procedimientos químicos naturales, y deben recombinarse con los radicales existentes en el organismo. Su profundización es bastante discutida. Las sustancias a introducir son muy variables.

La piel es el órgano más accesible del cuerpo humano y cubre aproximadamente 2 m^2 de esta, recibiendo cerca de un tercio de la circulación sanguínea del cuerpo.

El éxito de todo sistema terapéutico transdérmico depende de la capacidad de la sustancia de difundirse a través de la piel en cantidades suficientes para lograr el efecto terapéutico deseado. Todos los sistemas de este tipo que se encuentran actualmente en el mercado, contienen principios activos con un coeficiente de difusión dependiente de la naturaleza del polímero y del tamaño molecular del principio activo.

Una de las formas que ha sido estudiada con mayor rigor es la del uso de agentes promotores de la permeación. Esta opción pudiera ser la solución para aquellas sustancias con dificultad para atravesar el estrato córneo. Se han desarrollado recientemente nuevas vías para incrementar la difusión de sustancias activas a través de la piel a una velocidad relativamente baja, dentro de estas investigaciones, se encuentran la sonoforesis y la iontoforesis.

En el caso de la sonoforesis, los autores sugieren que estas ondas causan cambios estructurales en el estrato córneo y que pueden inducir el transporte convectivo a través de los folículos pilosos y los conductos sudoríparos de la piel.

booksmedicos.org

Tanto los ultrasonidos continuos como los pulsátiles, pueden aumentar la difusión de los medicamentos aplicados tópicamente.

Dentro de las ventajas planteadas para la sonoforesis se encuentran, el hecho de que las partículas a introducir no tienen que tener carga eléctrica, no se producen efectos galvánicos, permite una introducción más profunda de la sustancia.

Es muy importante definir que los medicamentos para sonoforesis, deben aparecer fundamentalmente con presentación en forma de geles hidrosolubles.

Brown (transdermal delivery of drugs-Dermatol repet 1987; (6):1,2,8) sugiere que el ultrasonido aumenta la permeabilidad celular y la absorción de las drogas, por el mecanismo de aumentar la temperatura de la piel. Recientes estudios sugieren que el pequeño aumento de la temperatura de la piel después del ultrasonido, no es solo el factor provocante de cambios en la permeabilidad cutánea, también actúan cambios químicos o inducción o aumento de reacciones oxidativas, inactivación de enzimas y formación de pequeñas burbujas gaseosas inducidas por división molecular dentro de la célula, proceso conocido como cavitación. Las posibles causas serían aumento de adenosina trifosfato y de la permeabilidad de la membrana celular. El aumento de la permeabilidad del tejido es también atribuido a que el ultrasonido remueve y aumenta el tamaño de los poros, o porque induce cambios en el estrato córneo en su estructura lipídica. El ultrasonido aumenta la permeabilidad vascular y celular al promover el movimiento de fluidos a través de las células de la membrana a causa de corrientes acústicas.

Tanto los ultrasonidos continuos como los pulsados pueden aumentar la difusión de los medicamentos aplicados tópicamente por sus efectos térmicos y mecánicos.

Entre los medicamentos más utilizados están los anestésicos como la lidocaína, que bloquean los receptores del dolor; los antiinflamatorios como el diclofenaco, los salicilatos y esteroides, como la hidrocortisona y la dexametasona; las sustancias irritantes como el mentol, con el propósito de aliviar el dolor, y otros como la heparina sódica.

booksmedicos.org

CAPÍTULO 9: MAGNETOTERAPIA

booksmedicos.org

Se denomina magnetoterapia al tratamiento mediante campos magnéticos. Se puede diferenciar la aplicación de campos magnéticos producidos mediante corriente eléctrica (magnetoterapia propiamente dicha) de los campos magnéticos obtenidos mediante imanes, naturales o artificiales (imanterapia).

Es la rama de la medicina que estudia las posibilidades de tratamientos de distintas enfermedades mediante la influencia del campo magnético en el organismo, al utilizar imanes permanentes o equipos generadores de campos magnéticos.

Los campos magnéticos aplicados a la medicina, son de baja frecuencia y de baja intensidad.

EL CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE

Todos los seres vivos se encuentran bajo el influjo del campo magnético terrestre. Este campo, a lo largo de la historia geológica de la tierra, ha sufrido notables modificaciones, tanto en dirección como en intensidad. En la actualidad, y aunque su intensidad varía según diversos factores, en especial la latitud, se considera que su intensidad promedio es de 0,4-0,5 gauss.

Muchos seres vivos presentan sensibilidad al campo magnético terrestre (ciertas bacterias, palomas mensajeras, delfines, etc.), algunas personas tienen también una sensibilidad especial en este sentido, por lo que prefieren situarse en situación norte-sur para conciliar el sueño.

La prueba definitiva de la importancia del campo magnético, en determinadas funciones fisiológicas, la ha proporcionado el examen médico de astronautas que han permanecido algún tiempo en estaciones espaciales: se les ha detectado la existencia de un discreto grado de osteoporosis, solo atribuible a la permanencia temporal en un medio con ausencia de campo magnético. Esta alteración, que se recupera con la vuelta a la superficie terrestre, ha mostrado la importancia de los campos magnéticos para el mantenimiento de una correcta osificación o para el tratamiento de la osteoporosis.

Historia. Existen numerosos datos sobre la utilización del magnetismo en la antigüedad. El nombre de magnetismo se acuñó en Grecia, bien debido al pastor Magnes, el cual -según se dice- comprobó cómo ciertos minerales atraían la contera metálica de su bastón, o bien derivado de la ciudad de Magnes, en Asia menor, donde abundan los minerales de estas características.

booksmedicos.org

Por otra parte, en China se conocían antiguamente las propiedades de las agujas imantadas, que, suspendidas de un hilo, señalaban el norte, fenómeno base de la brújula, que pasó a Occidente en el siglo XIII.

Paracelso, en el siglo XVI, utilizaba en sus tratamientos barras imantadas, al distinguir los distintos efectos terapéuticos del polo norte y del polo sur.

En 1600, el médico inglés William Gilbert, en su obra De Magnete, considera la tierra como un enorme imán, lo que explicaba la orientación de la aguja magnética en el sentido de los meridianos.

La utilización de la imanterapia es discontinua pero, en el siglo XVIII, Mesmer la fundamenta y aplica con gran éxito, antes de establecer la teoría de magnetismo animal*f*.

En el siglo XIX, el estudio de las corrientes alternas conduce al descubrimiento de la producción, a partir de ellas, del campo electromagnético. Los trabajos de Faraday, Maxwell y Gauss establecen las bases teóricas de sus aplicaciones prácticas, industriales y médicas.

A principios del presente siglo, destaca el interés por el efecto de los campos magnéticos sobre el organismo humano. M.F. Barnothy, en Estados Unidos, inicia una serie de recopilaciones de trabajos sobre el efecto biológico de los campos magnéticos. La NASA tiene un interés especial en el tema, por lo que propicia numerosas investigaciones. Y en distintos países, en especial en Alemania e Italia, destaca el interés por la aplicación terapéutica de la magnetoterapia.

Biofísica

El campo magnético se establece entre un polo norte y un polo sur, en forma de líneas de campo magnético que circulan de sur a norte. La intensidad del campo magnético (H) se mide en oersteds.

El campo magnético no afecta por igual las diferentes sustancias, por ello se denomina inducción magnética (B).

La relación entre ambas magnitudes es: $B = \mu H$, donde μ es una constante denominada permeabilidad magnética, que depende de las características del medio.

En relación con la inducción magnética, se distinguen 3 tipos de sustancias:

- Diamagnéticas: que son repelidas por los campos magnéticos (tienen permeabilidad magnética negativa), como el bismuto, el cobre, el antimonio.

booksmedicos.org

- Paramagnéticas: que son atraídas por los campos magnéticos con una intensidad de magnitud semejante a la intensidad de dicho campo (permeabilidad magnética igual a 1).
- Ferromagnéticas: que son atraídas con gran intensidad por los campos magnéticos. La más importante es el hierro y, en menor proporción, el níquel y el cobalto.

La unidad de inducción magnética, hasta la adopción del Sistema Internacional de Unidades (SI) en 1975, era el gauss. Desde la adopción del SI es el tesla, que equivale a 10 000 gauss. Esta disparidad de magnitud hace que, en medidas de pequeña intensidad, siga utilizándose habitualmente el gauss (equivalente a 10-4 tesla) y que para medir efectos de campos magnéticos de muy pequeña intensidad, como los producidos por las redes de conducción eléctrica, se emplee indistintamente el microtesla (en Europa) o el miligauss (en Estados Unidos). La equivalencia es: 1 ±T = 10 mG.

Es importante saber que el organismo humano, en su conjunto, se comporta ante los campos magnéticos como paramagnético, es decir, que su inducción magnética es prácticamente igual, numéricamente, a la intensidad del campo magnético. Por esto, en aplicaciones médicas, se emplea en ocasiones el gauss, para indicar la intensidad de campo magnético, ya que, aunque sea unidad de inducción magnética, su valor numérico es igual al de la intensidad del campo en oersteds.

No obstante, en el organismo humano hay ciertas localizaciones de comportamiento diamagnético (membranas celulares), y otras de comportamiento ferromagnético (hierro contenido en la hemoglobina y en ciertas enzimas y pigmentos).

Efectos biológicos

La corriente variable genera un campo electromagnético, esto es, con componentes eléctricos y magnéticos. En la aplicación terapéutica de la alta frecuencia, predominan los efectos del campo eléctrico (producción de calor). Por esto, y además de la habitual aplicación en forma continua, se introdujo posteriormente la aplicación pulsada, para aprovechar el efecto biológico del componente magnético, con mínima actuación del efecto térmico que produce el campo eléctrico.

La comprobación de los efectos terapéuticos de los campos magnéticos planteo la posibilidad de utilizar en terapéutica su producción mediante corrientes de baja frecuencia, ya que en ellas, al contrario que en la alta frecuencia, el

booksmedicos.org

campo magnético es mucho más intenso que el eléctrico. Los primeros ensayos fueron muy alentadores, y de las experiencias biológicas se pasó pronto a la aplicación clínica. En la actualidad, la frecuencia empleada en la producción de campos magnéticos terapéuticos es de 1 a 100 Hz.

Los campos magnéticos producen efectos bioquímicos, celulares, tisulares y sistémicos.

En el ámbito bioquímico, se encuentran los efectos fundamentales siguientes:

- Desviación de las partículas con carga eléctrica en movimiento.
- Producción de corrientes inducidas, intra y extracelulares.
- Efecto piezoeléctrico sobre hueso y colágeno.
- Aumento de la solubilidad de distintas sustancias en agua.
- Influencia en la actividad enzimática.
- Aumenta la efectividad de la cadena respiratoria.

En el ámbito celular, los efectos indicados en el ámbito bioquímico determinan los siguientes:

- Estímulo general del metabolismo celular.
- Normalización del potencial de membrana alterado.

Por una parte, las corrientes inducidas producidas por el campo magnético producen un estímulo directo del trofismo celular, que se manifiesta por el estímulo en la síntesis del ATP, del AMPc y del ADN, al favorecer la multiplicación celular, y en la síntesis proteica y de la producción de prostaglandinas (efecto antiinflamatorio).

Por otra parte, hay un estímulo del flujo iónico a través de la membrana celular, en especial de los iones Ca++, Na+ y K+. Esta acción tiene gran importancia, cuando el potencial de membrana está alterado.

Las cifras normales del potencial de membrana se sitúan entre -60 y -90 mV. Este potencial se mantiene mediante un mecanismo activo, en el que es fundamental la expulsión al exterior de la célula del ion Na+, que penetra en ella espontáneamente (bomba de sodio).

En circunstancias de enfermedad, la bomba de sodio no actúa y el ion sodio queda intracelular, con retención de agua (edema celular). En esta situación, los campos magnéticos pueden normalizar el potencial de membrana alterado. Tanto por el efecto de las corrientes inducidas intracelularmente, como por el efecto directo de los campos magnéticos sobre los iones sodio, estos se

booksmedicos.org

movilizan hacia el exterior y restablecen la normalidad del potencial de membrana, por lo que reducen el edema celular, que es uno de los primeros estadios de la inflamación a escala celular, tisular y de órganos.

Efectos en órganos y sistemas. Desde el punto de vista tisular y orgánico, la magnetoterapia presenta una serie de acciones de las cuales las más importantes son:

Relajación muscular. Los campos magnéticos tienen un importante efecto de relajación muscular sobre la fibra lisa y la estriada, que se considera debido a la disminución del tono simpático.

Esta actuación sobre la fibra estriada supone un efecto relajante o, en su caso, descontracturante sobre el músculo esquelético.

En su actuación sobre la fibra lisa, la magnetoterapia presenta un efecto relajante y antiespasmódico en: espasmos digestivos, de las vías biliares y de las vías urinarias, y asma.

Vasodilatación. Por el mismo mecanismo de relajación muscular, en este caso sobre la capa muscular lisa periarterial, la magnetoterapia produce una importante vasodilatación, demostrable por termografía, con 2 consecuencias: por una parte, la hiperemia de la zona tratada y, por otra, si se tratan zonas amplias del organismo, una hipotensión más o menos importante.

La hiperemia local tiene los siguientes efectos terapéuticos, ya conocidos:
- Efecto trófico, por mayor aporte de nutrientes a la zona.
- Efecto antiinflamatorio, por mayor aporte de elementos de defensa, bioquímicos o formes.
- Efectos de regulación circulatoria, tanto por producir vasodilatación arterial (en angioespasmos, Raynaud, etc.) como por estimular el retorno venoso.

Aumento de la presión parcial del oxígeno en los tejidos. Un efecto particular de los campos magnéticos, bien demostrado por Warnken, es el aumento de la capacidad de disolución del oxígeno atmosférico en el agua y, por tanto, en el plasma sanguíneo. Con ello, la presión parcial de oxígeno puede incrementarse notablemente. Este aumento local de la circulación conduce a un mayor aporte de oxígeno, tanto a órganos internos como a zonas distales, lo que mejora su trofismo.

*Efecto sobre el metabolismo del calcio en el hueso y sobre el colágeno.*Un efecto importante de la magnetoterapia es su capacidad de estímulo trófico

booksmedicos.org

del hueso y del colágeno, efecto ligado a la producción local de corrientes de muy débil intensidad, por el mecanismo de la piezoelectricidad.

Ya se había comentado la observación de la osteoporosis producida en ausencia de campos magnéticos. A la inversa, la magnetoterapia ayuda a la fijación del calcio en el hueso, por lo que se emplea en osteoporosis general o localizada, síndrome de Sudeck, retardos de osificación y seudoartrosis.

Los campos magnéticos estimulan la producción del colágeno, lo cual es de interés, tanto en los procesos de cicatrización como para la prevención del envejecimiento de la piel.

Efecto analgésico. La magnetoterapia produce un discreto efecto analgésico, derivado tanto de una acción directa en las terminaciones nerviosas, como de su actuación sobre el mecanismo productor del dolor (inflamación). En clínica, este efecto no es de rápida aparición, pero es mantenido y persistente.

Efecto de relajación orgánica generalizada. Finalmente, la magnetoterapia posee un efecto generalizado de relajación y sedación, muy útil para el tratamiento del estrés y de las afecciones de él derivadas. Este efecto se ha supuesto debido, por una parte, al aumento en la producción de endorfinas y, por otra, al hecho de su actuación de relajación muscular e hipotensora, puesto que siempre que se asocian estos 2 efectos hay un marcado efecto relajante general sobre el organismo.

De hecho, la magnetoterapia es una buena técnica para el tratamiento del estrés y los trastornos de él derivados: intranquilidad, insomnio, cefaleas, taquicardias emocionales y otros cuadros de origen tensional.

Clasificación:

Naturales:

- Planetas.
- Pulsares.
- Sol.
- Tierra.

Minerales:

- Ricos en hierro.
- Magnetita.

booksmedicos.org

- Siderita.
- Piritas.

Artificiales:

Imanes permanentes.

- Barra.
- Herradura.
- Cuerno.
- Cilindros.
- Magnetóforos.

Imanes artificiales.

Electromagnetos:

- Electrodos cilíndricos.
- Colchones magnéticos.
- Solenoides.

Unidades de magnetoterapia

Para los tratamientos médicos, se emplean campos magnéticos variables, de baja frecuencia y baja intensidad.

Por campos variables se entiende aquellos cuya intensidad varía respecto al tiempo. Según la forma de realizarse esta variación, se pueden distinguir:

- Campos sinusoidales.
- En forma de impulsos (los más utilizados en terapéutica): impulsos sinusoidales, rectangulares, en onda tres cuartos$f$, etc.

Por otra parte, la aplicación puede corresponder a una sola polaridad (norte o sur) u oscilar entre polaridad norte y polaridad sur.

Baja intensidad indica que la máxima intensidad de aplicación no sobrepasa los 100 gauss. Normalmente, no se sobrepasan los 50 gauss más que en determinados tratamientos.

Por baja frecuencia se entiende, frecuencias no superiores a 100 Hz. Muchas aplicaciones se realizan a 50 Hz, tanto por los buenos resultados que se obtienen con esta frecuencia, como por el hecho de que, al ser la frecuencia de la

booksmedicos.org

corriente alterna de la red, es sencilla la construcción de unidades de magnetoterapia de esta frecuencia específica.

Los aparatos de magnetoterapia constan de una consola y un aplicador o solenoide. Los mandos de la consola permiten seleccionar:

- La forma de la onda que hay que aplicar: continua, a impulsos, sinusoidal, rectangular, en tres cuartos *f*, etc.
- La frecuencia, entre l y 100 Hz. Como se ha indicado, algunas unidades presentan frecuencia fija a 50 Hz.
- La intensidad: de 1 a 100 gauss.
- El temporizador: generalmente hasta 60 min, ya que las sesiones pueden ser largas.
- El aplicador es un solenoide que produce el campo magnético y que está incluido en un cilindro de material plástico, para facilitar su limpieza, donde se introduce la zona que hay que tratar.

Generalmente, existen 2 diámetros de solenoides: los de pequeño tamaño (15-20 cm de diámetro), para extremidades (pierna, hasta rodilla; brazo, antebrazo), y los de tamaño grande (60 cm de diámetro), para el resto de las localizaciones y para el cuerpo entero.

Para aplicaciones generales hay dispositivos especiales, consistentes en una camilla con un solenoide desplazable, dotado de un pequeño motor para realizar barridos sobre zonas amplias o sobre el cuerpo entero.

Hay unidades que presentan 2 solenoides; estos se colocan en serie sobre el paciente para realizar tratamientos generales, sin la movilización que supondría el empleo de un solenoide único, y presentan más eficacia terapéutica. Los campos magnéticos producidos por cada uno de los solenoides pueden colocarse en serie, pero también en oposición. Con esto se consigue una línea límite de los campos magnéticos de los 2 solenoides, en la que el campo magnético tiene dirección perpendicular. Esta disposición se considera de especial interés en el tratamiento de fracturas y procesos óseos localizados (Fig. 9.1).

También existen aplicadores de placas, cuadradas o redondas, que se sitúan enfrentados sobre la zona que hay que tratar (Fig. 9.2). Se emplean en tratamientos muy localizados y precisan largo tiempo de tratamiento (retardos de consolidación, seudoartrosis). En algunos casos, presentan un diseño especial, para que puedan introducirse en el propio yeso.

booksmedicos.org

Fig. 9.1. Campo magnético regional, de baja frecuencia, onda sinusoidal, pulsátil, rectificada de frecuencia variable, con solenoides en forma de anillos.

Fig. 9.2. Campo magnético local pulsante de baja frecuencia.

Para aplicar el tratamiento, basta localizar la zona que hay que tratar en el interior del cilindro (solenoide) y aplicar la frecuencia y la intensidad prescritas, durante el tiempo indicado (generalmente, de 15 a 30 min en aplicaciones localizadas y de 30 a 60 min cuando se realiza sobre más de una zona o en aplicaciones generalizadas).

Las sesiones suelen ser diarias y su número es muy variable: pocas sesiones para los procesos agudos y subagudos, y hasta 20 sesiones o más para los procesos crónicos (artrosis, osteoporosis).

booksmedicos.org

Indicaciones generales:

De los efectos biológicos se deduce que las indicaciones generales de la magnetoterapia, son:

- Estímulo del metabolismo del calcio en el hueso y sobre el colágeno. Ya se han indicado sus fundamentos, basados en el efecto piezoeléctrico.
- Efecto trófico sobre células, tejidos y órganos basados en la actuación intracelular de los campos magnéticos (corrientes de inducción); en el mayor aporte trófico producido por la vasodilatación, y en el aumento de la presión parcial de oxígeno sobre tejidos y órganos.
- Efecto antiinflamatorio: tanto por la producción de hiperemia, como por el estímulo en la liberación de sustancias antiinflamatorias (prostaglandinas). Por ello se emplea en inflamaciones subagudas y crónicas, y, con precaución (frecuencias e intensidades bajas), en las agudas.
- Efecto analgésico: no es inmediato, pero es duradero; deriva tanto de la actuación de los campos magnéticos sobre las terminaciones nerviosas, como de la reducción de las condiciones que provocan el dolor (inflamación).
- Descontracturante: por su efecto relajante sobre la fibra estriada.
- Antiespasmódico: por su efecto directo sobre la fibra lisa.
- Hipotensor: por su efecto de relajación vascular, cuando actúa sobre zonas amplias.
- Sedación general: tanto por aumento en la producción de endorfinas, como por su efecto hipotensor y de relajación muscular.

Indicaciones específicas:

El campo de las indicaciones de la magnetoterapia es muy amplio. Los principales campos de interés, son:

Procesos reumáticos:
- En especial, artropatías degenerativas de cualquier localización: gonartrosis, coxartrosis, espondilosis (columna cervical y lumbar), etc.
- En artropatías inflamatorias: artritis reumáticas, espondilitis anquilopoyética.

Reumatismos periarticulares:
- Polimialgia reumática, síndromes discales, radiculitis, ciatalgias, periartritis.
- Miositis y tenomiositis.
- Enfermedad muscular traumática en fase aguda o subaguda.

booksmedicos.org

Trastornos de la osificación:
- Osteoporosis, tanto generalizadas (posmenopausia) como localizadas (Sudeck).
- Retardo de consolidación de las fracturas: se acelera su proceso curativo, ya desde los primeros días de aplicación.
- Seudoartrosis.

Traumatología, medicina laboral, medicina deportiva:
- Contusiones, distorsiones, luxaciones.
- Contracturas musculares.
- Tendinitis, epicondilitis.

Enfermedad vascular periférica:
- ‡lceras varicosas y posflebíticas de miembros inferiores, postraumáticas, de decúbito.
- Alteraciones de la circulación periférica, tipo acrocianosis y enfermedad de Raynaud.

Cirugía:
- Aceleración de la cicatrización y del proceso curativo de las heridas y quemaduras.

Otorrinolaringología:
- Sinusitis.
- Síndromes vertiginosos secundarios a trastornos de la microcirculación.

Neurología:
- Dolor de origen nervioso, en general.
- Neuralgias: braquial, intercostal, del trigémino.
- Isquialgia, lumbalgia, ciática, migrañas.

Medicina interna:
- Asma bronquial.
- Colitis ulcerosa, úlcera gástrica crónica.
- Nefrosis, nefrosclerosis.
- Insuficiencia hepática, cardíaca.
- Trastornos de la circulación cerebral.
- Estímulo trófico de diversos órganos.

Trastornos derivados del estrés:
- Inquietud, insomnio, cefaleas tensionales, taquicardias emocionales, etc.

booksmedicos.org

Contraindicaciones. No existen contraindicaciones absolutas para la aplicación de la magnetoterapia. Sin embargo, existen situaciones que requieren precauciones especiales, son las siguientes:

- Enfermos portadores de marcapasos.
- Embarazo.
- Enfermedades víricas, micosis.
- Hipotensión, por la posible producción de una lipotimia.
- Hemorragias o heridas hemorrágicas, por la posibilidad de agravamiento de la hemorragia. Advertencia a la mujer con la menstruación en aplicaciones abdominales.
- Anemia severa.

La presencia de placas o implantes metálicos no es contraindicación de la magnetoterapia, debido a que su posibilidad de calentamiento es muy remota.

Precauciones:

- Quitar el aparato a los sordomudos.
- Quitar relojes, cadenas y objetos metálicos.
- No aplicar durante la menstruación.
- Si se va a usar onda cuadrada, vigilar que no haya flebitis.
- No utilizar imanes sobre el abdomen en las embarazadas.
- No utilizar la cama magnética por más de 8 - 10 h.
- Esperar 60-90 min después de las comidas para aplicar la terapia magnética en el abdomen, para prevenir la interferencia con los movimientos peristálticos del estómago.
- No aplicar el polo magnético positivo sin supervisión médica.
- Enfermedades tratadas con esteroides, requieren menos dosis si se acompaña de campo magnético, debido a que este corrige los efectos colaterales como la retención de sodio y la osteoporosis producida por los esteroides.

Efectos colaterales:

- Puede haber un aumento del dolor entre la 4ta. y 5ta. sesión y luego disminuye entre la 6ta. y 7ma.
- En los pacientes poliartríticos puede emigrar el dolor a otras zonas, si se prolonga más de 10 sesiones, cambiar el tratamiento.
- Somnolencia.
- Si hay hormigueo o sabor a metálico en la lengua, disminuir la intensidad.

booksmedicos.org

Metodología:

- Dosis bajas: estimula procesos.
  Dosis altas: inhibe procesos.
- Ruptura muscular esperar 24 h.
- AVE hemorrágico, TAC estable esperar un mes.
- Intensidad y frecuencia baja: en los procesos agudos.
- Intensidad y frecuencia alta: en procesos crónicos.
- 25-30 gauss en procesos agudos traumáticos reumáticos y posoperatorios recientes.
- 30-60 gauss en procesos crónicos degenerativos.
- Tiempo de tratamiento de 30 a 60 min.
- Nuestra experiencia de 10 a 15 min.
- Ciclos de 10 sesiones en los procesos agudos.
- 3-4 ciclos en los procesos crónicos
- Tiene efecto acumulativo de 3 a 6 meses.
- Inicio diario y luego en días alternos.
- Indicación del tipo de onda
  - Sinusoidal.
  - Cuadrada.
- Frecuencias mayores de 3 MHz muy estimulantes.
- Modo de emisión
  Continuo.
  Pulsado.
- Onda semisinusoidal o rectificada es más estimulante.
- Local hasta 400 gauss.
- 10 sesiones como mínimo.
- Sesiones diarias y luego alternas.
- Si 2 sesiones por día, esperar un intervalo de 6 h entre cada una.
- Evitar tratamientos después de las 9.00 pm.
- Tratamiento por ciclos.
- Ojos, cerebro, corazón, aplicar intensidad baja y por poco tiempo.
- No aplicar tratamientos después de comidas copiosas.
- No tomar baños fríos 2 h antes ni después del tratamiento con campo magnético.
- Durante el tratamiento, no realizar rayos X, ni tomografías.
- Evitar el uso de relojes y joyas.

booksmedicos.org

Bibliografía

Aramburu, C., E. Muñoz, y C. Igual (1998): Electroterapia, Termoterapia e Hidroterapia. Síntesis: Madrid.

Armijo, M., J. San Martín (1994): Curas balnearias y climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Complutense: Madrid.

Arroyo, A.R., E. Rellán, y L. Domínguez (1997): Hidrocinesiterapia en las artrosis de los miembros inferiores. Cuestiones de Fisioterapia., 5: 58-66.

Bansal, H.L. (1993): Magnetoterapia. Editorial Continente: Buenos Aires.

Basas, A. (2001): Metodología de la electroestimulación en el deporte. Fisioterapia; 23 (monográfico 2): 36-47.

Castillo, J.J. (2006): Nociones de electroterapia exitomotriz. Editorial Ciencias Médicas. Habana.

Clayton's , J.D. (1972): Electroterapia actual. Editorial Time: Barcelona.

Coll, S.J. (1984): Introducción conceptual a la terapia láser. Fisioterapia; 21: 31-4.

Collado, G., J. Medina (1991): Hidroterapia y lesión medular. Fisioterapia; 13 (4): 194-200.

De Pedraza, M.I., J.C. Miangolarra, O. Delfim, L.P. Rodríguez (2000): Física aplicada a las Ciencias de la Salud. Editorial Masson: Barcelona.

Duffield, M.H. (1985): Ejercicios en el agua. Jims: Barcelona.

Fernández, R., B. Rodríguez, M. Barcia, S. Souto, M. Chouza, S. Martínez (1998): Generalidades sobre feedback (o retroalimentación). Fisioterapia; 20 (monográfico): 3-11.

Galcerán, I. (2001): Tratamiento acuático de las lesiones del hombro en deportistas. Fisioterapia; 23 (monográfico 1): 38-48.

García, E. (1999): Crioterapia en el tratamiento de la espasticidad de la parálisis cerebral. Fisioterapia; 21(3): 133-8.

Giménez, R.M., J. Rebollo, E. Gilabert (1994): La natación como complemento en el tratamiento del dolor de espalda y como factor preventivo. Fisioterapia; 16: 149-53.

Giménez, R.M., J. Rebollo, E. Gilabert (1995): Hidroterapia como método de apoyo en la fisioterapia de los traumatismos en el tobillo y pie. Cuestiones de Fisioterapia; 1:51-56.

González Mas, R. (1997): Rehabilitación Médica. Editorial Masson. S.A : Barcelona.

Gutman, Z. (2000): La fisioterapia actual. Editorial: Jims. Barcelona. España.

Hogenkamp, M., et al. (1986): Terapia interferencial. Editorial ENRAF-NONIUS. Holanda.

Hoogland, R. (1989): Terapia ultrasónica. Editorial ENRAF-NONIUS. Holanda.

Kanaya F. (1992) Effect of electrostimulation on denervated muscle. Cli Ortho. (283):269-301.

Kemoun, G., V. Durlent, T. Vezirian, C. Talman (1998): Hydrokinésithérapie. Encycl. Méd Chir (Elsevier, Pris). Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-140-A-10.

Khan, J. (1991): Principios y práctica de Electroterapia. Jims: Barcelona.

Knight, K. L. (1996): Crioterapia. Bellaterra: Barcelona.

Koury, J.M. (1998): Acuaterapia. Guía de rehabilitación y fisioterapia en la piscina. Bellaterra: Barcelona.

booksmedicos.org

Lehmann, J.F. (1990): Therapeutic heat and cold. Williams & Wilkins: Baltimore.
Luque, A. (1998): Crioterapia en las lesiones deportivas agudas. Cuestiones de Fisioterapia; 8: 71-6.
Martín, J.E., J.A. García, (2002): Introducción a la Magnetoterapia. Editorial CIMEQ. 1ra. Edición. La Habana.
Martínez, M., J.M. Pastor, F. Sendra (1998): Manual de Medicina Física. Harcourt: Madrid.
Montes, R. (1993): Protección de la salud laboral del fisioterapeuta frente a la radiación electromagnética procedente de microondas y onda corta. Fisioterapia; 15 (4): 169-83.
Morral, A. (2001): Electrodiagnóstico y electroestimulación de músculos denervados. Fisioterapia; 23 (monográfico 2): 23-35.
Morrillo, M. (1998): Manual de Medicina Física. Harcourt. Madrid.
Muñoz, E., J.V. Torrella, C. Igual, L.F. Cano, G. Muñoz (1991): Estudio de los ultrasonidos en Fisioterapia. Fisioterapia; 13 (4): 187-93.
Plaja, J. (1988): Manual de Ultrasonoterapia Masson: Barcelona.
Plaja, Juan (1998): Guía Práctica de Electroterapia. Editorial Carin-Electromédicarin. Barcelona.
Rellán, E. et al. (1997): Fisioterapia en la pelviespondilitis reumática. Cuestiones de Fisioterapia; 6:61-74.
Rioja, J. (1993): Electroterapia y electrodiagnóstico. Secretariado de publicaciones Universidad de Valladolid.
Rodríguez, J.M. (2000): Electroterapia en Fisioterapia. Editorial Médica Panamericana. Madrid. España.
Rodríguez, J.M. (2001): Dosificación en electroterapia. Fisioterapia; 23 (monográfico 2): 2-11.
Schmid, F. (1987): Aplicación de Corrientes Estimulantes. Jims: Barcelona.
Scott, P.M. (1996): Clayton`s Electroterapia y Actinoterapia. Editorial Bailliere Tindall. Londres.
Van den Bouwhuijsen, F, et al. (1986): Terapia de Onda Corta Pulsátil y Continua. Editorial ENRAF-NONIUS. Holanda.
Villanueva, C., J. Eusebio (1998): Aplicación del biofeedback electromiográfico en lesiones neuromusculares. Fisioterapia; 20 (monográfico): 12-8.
Viñas, F. (1994): La curación por el agua. Integral: Barcelona.
Zaragoza, J.R. (1992): Física e instrumentación médica, 2da. Edición. Masson-Salvat: Barcelona.
Zauner, A. (1980): Fisioterapia actual. Jims: Barcelona.
Zauner, A. (1993): Recientes avances en Fisioterapia. Jims: Barcelona.

booksmedicos.org